

Metsäjärvien tila ja tulevaisuus

Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen

**Minna Kukkonen, Aki Hassinen, Anna-Liisa Holopainen,
Juhani Hynynen, Jukka Kekäläinen, Markus Leppä,
Riitta Niinioja, Jukka Nykänen, Markku Viljanen ja
Hannu Luotonen**



POHJOIS-KARJALAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN

RAPORTTEJA 8 | 2007

Metsäjärvien tila ja tulevaisuus

Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen

**Minna Kukkonen, Aki Hassinen, Anna-Liisa Holopainen, Juhani Hynynen,
Jukka Kekäläinen, Markus Leppä, Riitta Niinioja, Jukka Nykänen,
Markku Viljanen ja Hannu Luotonen**

Joensuu 2007

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus



POHJOIS-KARJALAN
YMPÄRISTÖKESKUS

POHJOIS-KARJALAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 8 | 2007
Pohjois-Karjalan ympäristökeskus

Taitto: Maija Rämö
Kartat: Aki Hassinen
Kansikuva: Halijärvi, Aki Hassinen
Sisäsivujen kuvat: Aki Hassinen, Pohjois-Karjalan
ympäristökeskuksen arkisto

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2007

ISBN 978-952-11-2875-2 (nid.)
ISBN 978-952-11-2876-9 (PDF)
ISSN 1796-1874 (pain.)
ISSN 1796-1882 (verkkokoj.)

ESIPUHE

Pohjois-Karjala on järvien ja jokien maakunta. Suuret järvet sekä lammet ja joet luovat monimuotoista luonnon maisemakuva, johon yhdistyy arvokkaita kulttuuriympäristöjä vanhan asutuksen sijoituksessa – vaarojen lakialueiden ohella – vesistöjen varsille. Vesistöt ovat tärkeä osa pohjoiskarjalaisten elämää. Loma-asutus, veneily ja kalastus ovat edelleenkin tärkeimpiä vesistöjen käyttömuotoja maakunnassa. Vesistöt tarjoavat kasvavalle luontomatkailulle omaleimaisia kohteita ja tukevat näin paikallisten elinkeinojen kehittämistä.

Pohjois-Karjalan vesistöjen tila on viime vuosina parantunut. Pistemäistä kuormitusta, asumajätevesien ja teollisuuslaitosten tuottamia jätevesiä, on vähennetty tehokkaasti uusinta teknologiaa käyttäen. Vesiensuojelun kannalta hajakuormituksen, maa- ja metsätalouden aiheuttaman kuormituksen merkitys onkin korostunut viime vuosina. Intensiivinen metsätalouden ja alueellisesti merkittävän maatalouden kuormituksen vähentäminen ovatkin tämän hetken keskeisiä vesiensuojelukysymyksiä.

Osana alueellista yhteistyötä Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuun yliopiston Ekologian tutkimusinstituutti (ETI, aiemmin Karjalan tutkimuslaitoksen ekologian osasto) ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos käynnistivät vuonna 2004 hankkeen ”Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen”. Hankkeen tavoitteena oli selvittää Pohjois-Karjalalle tyypillisten humuspitoisten vesistöjen tilaa biologian (kasviplankton, piilevät, vesikasvit, pohjaeläimet ja kalasto) ja vesikemian avulla. Hankkeessa selvitettiin myös valuma-alueelta vesistöön kohdistuvan kuormituksen ja vesistöjen ekologisen tilan suhdetta. Kerätyn pohjatiedon perusteella hankkeessa mukana olleille järville arvioitiin vesiensuojelun tarvetta. Hankkeesta saatuja tietoja voidaan käyttää jatkossa myös arvioitaessa Pohjois-Karjalan muiden humusvesien tilaa sekä hoito- ja kunnostustarpeita. Keskeinen osa oli myös paikallisten asukkaiden osallistuminen kotijärviensä tilan arviointiin hankkeessa tehdyn kyselyn avulla.

Hankkeen tuottamaa tietoa, loppuraportin ohella, on tarkemmin esitelty viidessä erillisraportissa sekä hankkeen omilla internetsivuilla. Lisäksi hanke tuotti kansalaisille tarkoitettua vesiensuojelun yleisesitteen sekä internet-sivuston. Hanke tukee merkittävästi myös Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämää pintavesien ekologisen tilan arviointityötä Pohjois-Karjalassa.

Hankkeen suunnittelusta ja koordinoinnista sekä loppuraportin ja piileväraportin laatimisesta on vastannut suunnittelija, FL Minna Kukkonen (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus), kasviplanktonselvityksistä tutkija FL, MMK Anna-Liisa Holopainen (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, ETI), pohjaeläinselvityksistä tutkija FM Markus Leppä (ETI), vesikasviselvityksistä Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, FM (väit.) Juhani Hynynen, kalastus selvityksistä FM Jukka Kekäläinen (ETI) ja ekologisen tilan arvioinnista kalaston perusteella Mikko Olin (RKTL). Maankäyttöön ja karttoihin liittyvästä paikkatietoaineistojen käsittelystä vastasi ins. (AMK, ympäristöteknologia) Aki Hassinen.

Osallistujatahot haluavat kiittää tekijöitä ja kaikkia hankkeeseen osallistuneita ja toivovat, että nyt valmistunut hanke omalta osaltaan luo parempia valmiuksia pohjoiskarjalaisten vesistöjen tilan parantamiseksi sekä lisää ihmisten ympäristötietoisuutta ja -osaamista.

Hannu Luotonen
Pohjois-Karjalan
ympäristökeskus

Markku Viljanen
Ekologian tutkimusinstituutti
Joensuun yliopisto

Martti Rask
Riista- ja kalatalouden
tutkimuslaitos

SISÄLLYS

1 Johdanto	9
2 Menetelmät.....	10
2.1 Järvet, niiden ominaistiedot ja tyypittely.....	10
2.2 Järvien valuma-alueet	10
2.2.1 Valuma-aluerajaus.....	10
2.2.2 Maankäyttö, suojelualueet ja geologia	12
2.2.3 Kuormitus.....	12
2.3 Järvien ekologisen tilan arviointi	14
2.3.1 Arvioinnin perusteet	14
2.3.2 Järvien vedenlaatu	15
2.4 Järviä koskevat kyselyt ja viestintä kansalaisten kanssa	16
2.5 Järvien kunnostustarvearvioinnit	16
3 Kohdejärvet	17
3.1 Järvien perustiedot ja tyypittely.....	17
3.2 Valuma-alueet.....	17
3.2.1 Maankäyttö	18
3.2.2 Kuormitus.....	20
3.3 Järvikohtaiset tulokset	22
3.3.1 Pusonjärvi.....	22
3.3.1.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	22
3.3.1.2 Ekologinen tila	23
3.3.1.3 Kansalaiskysely	24
3.3.1.4 Kunnostustarve ja suositukset	25
3.3.2 Tuopanjärvi	25
3.3.2.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	25
3.3.2.2 Ekologinen tila.....	27
3.3.2.3 Kansalaiskysely	28
3.3.2.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	29
3.3.3 Uramo.....	30
3.3.3.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	31
3.3.3.2 Ekologinen tila.....	32
3.3.3.3 Kansalaiskysely.....	33
3.3.3.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	34
3.3.4 Halijärvi	34
3.3.4.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, suojelu- ja pohjavesialueet sekä kuormitus.....	34
3.3.4.2 Ekologinen tila.....	35
3.3.4.3 Kansalaiskysely.....	36
3.3.4.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	37

3.3.5 Keskijärvi.....	38
3.3.5.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	38
3.3.5.2 Ekologinen tila.....	39
3.3.5.3 Kansalaiskysely.....	41
3.3.5.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	41
3.3.6 Rauanjärvi	42
3.3.6.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	42
3.3.6.2 Ekologinen tila	43
3.3.6.3 Kansalaiskysely.....	44
3.3.6.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	44
3.3.7 Kajoonjärvi	46
3.3.7.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	46
3.3.7.2 Ekologinen tila	47
3.3.7.3 Kansalaiskysely.....	48
3.3.7.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	49
3.3.8 Kinnasjärvi	51
3.3.8.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	51
3.3.8.2 Ekologinen tila.....	51
3.3.8.3 Kansalaiskysely.....	54
3.3.8.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	54
3.3.9 Koppelojärvi.....	56
3.3.9.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	56
3.3.9.2 Ekologinen tila	57
3.3.9.3 Kansalaiskysely.....	58
3.3.9.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	58
3.3.10 Hattujärvi ja Harkkojärvi	60
3.3.10.1 Valuma-alueiden maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	62
3.3.10.2 Hattujärven ekologinen tila	63
3.3.10.3 Hattujärven kansalaiskysely	64
3.3.10.4 Harkkojärven ekologinen tila	64
3.3.10.5 Harkkojärven kansalaiskysely	65
3.3.10.6 Järvien kunnostustarve ja suositukset	66
3.3.11 Otmen-Keski-Otmen	68
3.3.11.1 Valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus, geologia, pohjavesi- ja suojealueet sekä kuormitus.....	68
3.3.11.2 Ekologinen tila.....	69
3.3.11.3 Kansalaiskysely.....	70
3.3.11.4 Järven kunnostustarve ja suositukset	70
3.3.12 Palojärvi.....	71
3.3.12.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	71
3.3.12.2 Ekologinen tila	72
3.3.12.3 Kansalaiskysely	73
3.3.12.4 Järven kunnostustarve ja suositukset.....	73

3.3.13 Oskajärvi	75
3.3.13.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	75
3.3.13.2 Ekologinen tila.....	76
3.3.13.3 Kansalaiskysely	77
3.3.13.4 Järven kunnostustarve ja suositukset.....	77
3.3.14 Naarvanjärvi.....	78
3.3.14.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	78
3.3.14.2 Ekologinen tila.....	80
3.3.14.3 Kansalaiskysely	81
3.3.14.4 Järven kunnostustarve ja suositukset.....	82
3.3.15 Petkeljärvi.....	82
3.3.15.1 Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus.....	82
3.3.15.2 Ekologinen tila.....	84
3.3.15.3 Kansalaiskysely	86
3.3.15.4 Järven kunnostustarve ja suositukset.....	86
4 Tulokset	88
4.1 Järvien vedenlaatu	88
4.2 Järvien tila-arviot biologisin perustein	88
4.3 Valuma-alueiden ja järvien ominaispiirteet sekä niiden vaikutus vedenlaatuun	89
4.3.1 Valuma-alueiden ominaispiirteet ja veden orgaanisen hiilen pitoisuus	90
4.3.2 Valuma-alueiden ominaispiirteet sekä veden ravinne- ja a-klorofyllipitoisuus.....	91
4.4 Järvien ekologisen tilan kokonaisarvio	92
4.5 Kansalaiskysely	95
5 Tulosten tarkastelu	96
5.1 Ekologisten mittareiden toimivuus järvien tilan määrittämisessä.....	97
5.2 Järvien ekologinen tila ja kunnostustarvearviointi.....	99
5.3 Kansalaisten arvio hankejärivistä.....	101
5.4 Järvien kunnostus.....	101
6 Yhteenveto	103
Lähteet.....	104
Liite I. Kansalaiskysely.....	107
Kuvailulehti.....	111
Presentationsblad	112
Dokumentation page.....	113

1 Johdanto

Pienet ja keskikokoiset metsäjärvet ovat yleisiä borealisessa havumetsävyöhykkeessä. Suomessa näitä kooltaan 0,01 – 10 km² järviä on noin 55 700 kappaletta (Raatikainen ja Kuusisto 1988). Niille on ominaista veden tumma väri sekä metsäinen ja turvemaapitoinen valuma-alue.

Pienten järvien olosuhteet poikkeavat suurten järvien olosuhteista. Luonnonilmiöt eivät pääse samalla tavalla vaikuttamaan pienessä järvestä kuin isossa järvestä. Esimerkiksi tuulen vesimassaa sekoittava vaikutus jää vähäiseksi suojaisissa, sokkeloisissa tai pinta-alaltaan pienissä ja erityisesti syvissä järvissä. Tällöin esimerkiksi veden ravinnepitoisuuksien vaihtelut voivat olla jyrkkiä lyhyelläkin matkalla. Pohjan läheisen vesikerroksen hapettomuus tai vähähappisuus pienissä järvissä, joissa on suppeita syvänteitä, saattaa olla yleistä ja johtua järven morfologiasta. Pienten järvien ranta-viivan pituuden suhde pinta-alaan voi olla suuri, mikä mahdollistaa järveen joutuvan alloktion (ulkopuolisen) aineksen suuren määrän suhteessa järven tilavuuteen. Tämä lisää järvestä tapahtuvaa hajotustoimintaa ja hapenkulusta riippumatta järven omasta tuotannosta.

Pieniä metsäjärviä ja erityisesti latvajärviä kuormittaa usein hajakuormitus, joka on peräisin muutamasta valuma-alueen maankäyttökohteesta, kun taas suurten järvien valuma-alueiden maankäyttö on usein moninaisempaa ja kuormituslähteitä on useita. Pienissä järvissä voidaan hyvin tutkia tiettyjen valuma-alueen maankäyttömuotojen vaikutusta vesistön ekologiaan (Rantakari ym. 2004).

Pienestä koostaan ja usein syrjäisestä sijainnistaan huolimatta metsäjärvillä on virkistysellistä ja taloudellista merkitystä. Niitä hyödynnetään mm. kalastukseen, uimiseen ja muuhun vapaa-ajan viettoon. Valuma-alueiden tehokas maankäyttö, kuten metsätalous, lisää järvien kuormitusta ja saattaa huonontaa niiden tilaa ja vähentää virkistysellistä arvoa, minkä usein huomaavat ensimmäisinä paikalliset asukkaat.

Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen –hankkeessa (Pokavesi-hanke) tutkittiin 16 järveä, joille yhteisiä piirteitä olivat maankäytön painottuminen metsätalouteen, veden tummuus sekä järven suhteellisen pienen koko. Hankkeen tavoitteena oli selvittää, millainen on pienten, lähinnä metsätalouden kuormittamien humusjärvien ekologinen tila, mikä merkitys järven ja sen valuma-alueen ominaispiirteillä on kuormituksen vaikuttavuus-

teen ja mitkä tekijät lisäävät tai vähentävät näiden metsäjärvien sietokykyä ja herkkyyttä kuormitusta vastaan. Lisäksi hankkeen aikana oltiin myös yhteydessä paikallisiin asukkaisiin, joiden kanssa keskusteltiin vesistöjen tilasta ja ongelmista, niihin vaikuttavista tekijöistä sekä annettiin ohjeita vesiensuojeluun ja kunnostukseen. Hankkeen päävetäjänä toimi Pohjois-Karjalan ympäristökeskus ja yhteistyökumppaneina Joensuun yliopiston Ekologian tutkimusinstituutti (ent. Karjalan tutkimuslaitos) sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL). Hanketta rahoitti Euroopan aluekehitysrahaston Itä-Suomen tavoite 1-ohjelma.



Hattujärven kivikkoista rantaa.

2 Menetelmät

2.1

Järvet, niiden ominaistiedot ja tyypittely

Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hankkeeseen valittiin mukaan 16 järveä, jotka sijaitsevat Pohjois-Karjalan pohjois- ja itäosissa, kuva 1, taulukko 1. Hankejärvien valintaan vaikutti järven koko ja valuma-alueen metsätalouteen painottuva maankäyttö. Järviä yhdistäviä muita tekijöitä olivat veden huomattava humuspitoisuus (väriluku vähintään 30 mg Pt l⁻¹) sekä Kajoonjärveä ja Hattujärveä lukuun ottamatta pieni koko (<500 ha).

Järvistä selvitettiin tietoja niiden morfometriasta, hydrologiasta ja muista ominaispiirteistä ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmästä. Järvistä koottiin seuraavat tiedot: järven pinta-ala, suurin syvyys ja keskisyvyys, tilavuus, vedenpinnan korkeus, rantaviivan pituus ja veden viipymä. Järvien vesiala vaihtelee jonkin verran lähteiden

mukaan; hankkeessa käytettiin ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmän vesialatietoja. Veden viipymä laskettiin ympäristöhallinnossa mallinnettujen virtaamalukujen avulla.

Euroopan unionin vesipuitelidirektiivin (EU 2000) toimeenpanoa varten on kehitetty Suomen järvien tyypittelyjärjestelmä (mm. Pilke ym. 2002, Ympäristöministeriö 2002, Suomen ympäristökeskus 2002). Ympäristöministeriö antoi helmikuussa 2006 uuden tyypittelyohjeen (Ympäristöministeriö 2006), jossa järvet jaotellaan pinta-alansa, valuma-alueen maaperän laadun, syvyysuhteidensa, kerrostuneisuutensa sekä maantieteellisen sijaintinsa mukaan huomioon ottaen rehevyystekijöitä ja veden viipymä. Tämän tyypittelyn mukaisesti hankkeen järvet jaotellaan nyt kuuteen eri järvi-tyyppiin. Raportissa käytetään hankejärvien yhteydessä osassa ekologisia selvityksiä vanhempaa tyypittelyjärjestelmää vuodelta 2002 (pohjaeläimet ja vesikasvit sekä osittain kalat) ja osassa uutta. Pääsääntöisesti järvistä puhutaan uuden tyypittelyjärjestelmän mukaan.

2.2

Järvien valuma-alueet

2.2.1

Valuma-aluearajaus

Vesistöjen vedet kertyvät niitä ympäröiviltä maa-alueilta eli valuma-alueilta. Se on alue, jonka sadanta kertyy tiettyyn jokisysteemiin ja jonka rajat määräytyvät vedenjakajina toimivien ympäröivien harjanteiden perusteella (Strahler 1969). Valuma-alueelle satava vesi kulkeutuu samaan poistumis-pisteeseen. Valuma-alueen järvet, lammet ja joet muodostavat täten vesistön. Suomi on jaettu eri jakovaiheen valuma-alueisiin, joista suuria valuma-alueita voidaan nimittää vesistöalueiksi (Ekholm 1993). Jako muodostuu tällä hetkellä kolmesta eri tasosta. Yksinkertaistettuna pääuoma ja siihen laskevat sivu-uomat muodostavat ensimmäisen jakovaiheen, päävesistöalueen, esimerkiksi Vuoksen vesistöalue. Edellä mainittuun pääuomaan laskevat sivu-uomat muodostavat toisen jakotason ja kolmannen tason muodostavat edellä mainittuun uomaan laskevat purot, ojat ym.

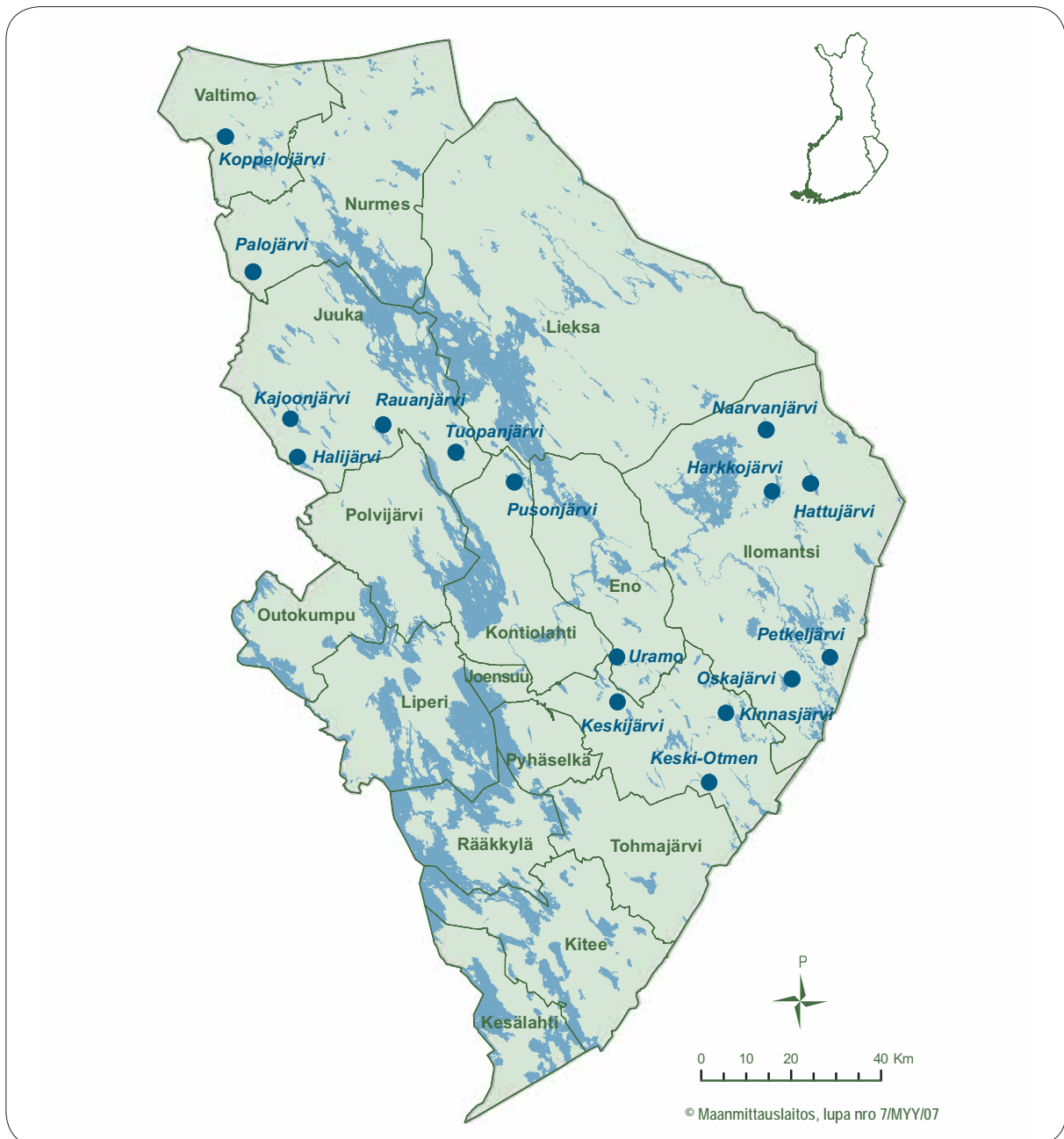
Tässä hankkeessa on järvien valuma-alueet jaettu kolmatta jakoaluetta tarkemmin, koska suurin osa järvistä sijoittuu kolmannen jakoalueen keskivaiheille eikä niiden luusuaan. Valuma-alue rajattiin siten siihen osaan, jonka vedet laskevat tutkittavan järven kautta eteenpäin. Valuma-

Taulukko 1. Hankejärvet.

Järvi	Järvinumero	Kunta
Pusonjärvi	04.412.1.014	Kontiolahti
Tuopanjärvi	04.862.1.001	Juuka
Uramo	01.044.1.010	Eno
Halijärvi	04.748.1.006	Juuka
Keskijärvi	01.033.1.008	Joensuu
Rauanjärvi	04.833.1.001	Juuka
Kajoonjärvi	04.761.1.001	Juuka
Kinnasjärvi	01.071.1.015	Joensuu
Harkkojärvi	04.982.1.007	Ilomantsi
Koppelojärvi	04.465.1.001	Valtimo
Otmenjärvi	01.027.1.002	Joensuu
Hattujärvi	04.983.1.004	Ilomantsi
Palojärvi	04.684.1.024	Nurmes
Oskajärvi	04.992.1.002	Ilomantsi
Naarvanjärvi	04.952.1.001	Ilomantsi
Petkeljärvi	04.922.1.077	Ilomantsi

alueiden purkupisteet määritettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan vesistöjen perusteella kunkin järven luusuaan. Valuma-alueet rajattiin maasto- ja karttatutkimuksilla sekä käyttämällä korkeusmallia. Ristiriitaisissa kohdissa rajaa siirrettiin digitoimalla vastaamaan oletettua virtaus-suuntaa. Maastotietokannan korkeuskäyrltä tarkistettiin korkeus sekä virtavesiviivat ja virtaus-suunta ojitusten osalta. Pelkän korkeusmallin antama tulos väärensi erityisesti suoalueiden vesien

virtaussuunnan, jolloin apuna käytettiin maasto- ja karttatarkasteluja. Osalla hankkeen järvistä on vain lähivaluma-alue (latvajärvet). Muutamalla hanke-järvellä on suuriakin yläpuolisia valuma-alueita (kaukovaluma-alueet) ulottuen aina Venäjälle saakka. Kaukovaluma-alue laskee alapuoliselle valuma-alueelle yhden lasku-uoman kautta. Valuma-alueiden koot määritettiin paikkatieto-ohjelmalla, kuten myös kaikki muut numeeriset valuma-alueisiin liittyvät pinta-alat.



Kuva 1. Hankejärvet.

Maankäyttö, suojelualueet ja geologia

Valuma-alueen maankäyttö vaikuttaa järven tilaan. Maankäytössä voidaan erottaa luonnontilaiset alueet, kuten ojittamattomat suot ja luonnontilaiset metsät sekä ihmisvaikutuksen alaiset alueet kuten maatalousmaa, rakennettu ympäristö ja metsätaloudsmetsät. Maankäyttömuotoja voidaan edellistä tarkemmin jakaa eri luokkiin kuten peltoihin, laitumiin, uudishakkuualueisiin, taimikoihin ja taajamiin.

Hankejärvien maankäyttö määritettiin satelliittikuvista ja paikkatieto-ohjelmaa apuna käyttäen CORINE Land Cover 2000 -satelliittiaineistosta. CLC2000 kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2000. Suomen CLC2000-aineisto koostuu satelliittikuvamosaikista (IMAGE2000) ja rasterimuotoisesta paikkatietokannasta (erotuskyky 25 * 25 m).

Maankäyttöaineiston lisäksi etsittiin hankkejärvien valuma-alueiden suojelualueet, tulo- ja lähtöjoet sekä tärkeimmät suot peruskartta-aineistosta. Suojelualueet ovat ympäristöhallinnon ylläpitämässä rekisterissä, jonka tuottajana ovat alueelliset ympäristökeskukset, Metsähallitus, Ympäristöministeriö ja Metsätutkimuslaitos. Alueiden geologiatiedot ovat Geologian tutkimuskeskuksen tiedostoista joko 1:1 milj. tai 1:100 000 mittakaavassa. Rakennus- ja asukastiedot ovat Rakennus- ja huoneistorekisterin mukaan Väestörekisterikeskuksen ja maistraattien pitämäs-

tä valtakunnallisesta Väestötietojärjestelmästä (VTJ). Kunnat toimittavat uusia rakennushankkeita koskevat tiedot (myös aloitus- ja valmistumistiedot) väestötietojärjestelmään systemaattisesti. Päivityksiä ja korjauksia rakennustietoihin saadaan satunnaisesti. Tietojen kattavuus ja paikkansapitävyys vaihtelee kunnittain.

Kuormitus

Valuma-alueen maankäyttöluokkien pinta-alojen ja kirjallisuuteen perustuvien ominaishuuhtoumakertoimien avulla laskettiin typen ja fosforin kuormitus erikseen hankkejärvien lähi- ja kaukovaluma-alueiden eri maankäyttömuodoille. Lasketut luvut ovat arvioita, sillä tarkkoja kuormituslukuja on mahdotonta laskea hajakuormitukselle. Käytetyt ominaishuuhtoumakertoimet on esitetty taulukossa 2.

Luonnonhuuhtouma on maa-alueilta vesistöihin luonnostaan, ilman ihmisen vaikutusta tulevaa ravinnekuormaa. Yleensä se kulkeutuu vesistöön sateen ja lumen sulamisvesien mukana. Sen suuruuteen vaikuttavat maaperä ja sääolosuhteet. Ympäristöhallinnon VEPS-ohjelmassa vuotuinen luonnonhuuhtouma fosforille on 0,05 kg ha⁻¹ ja typelle 1,4 kg ha⁻¹. Rekolaisen (1989) mukaan luonnontilaisten metsämaiden vuotuinen luonnonhuuhtouma vaihtelee fosforin osalta 0,06-0,09 kg ha⁻¹ ja typen osalta 3,0-3,1 kg ha⁻¹. Metsätaloudsmaan ja peltomaan vuotuisiksi luonnonhuuhtou-

Taulukko 2. Kuormituslaskuissa käytetyt ominaishuuhtoumakertoimet ja lähdeviitteet.

Kuormittaja	Luonnonhuuhtouma		Ihmisvaikutus		Lähde:
	Fosfori kg ha ⁻¹	Typpi kg ha ⁻¹	Fosfori kg ha ⁻¹	Typpi kg ha ⁻¹	
Asutus	0,04	0,5	0,21	0,50	Rontu ja Santala 1995
Pellot	0,22	0,5	0,88	14,50	Vuorenmaa ym. 2002
Muu maatalousmaa + laidunmaat	0,22	0,5	0,48	9,50	Rekolainen 1989
Metsät turvemailla	0,05	1,7	0,00	0,00	Rekolainen 1989, Pietiläinen ja Rekolainen 1991
Metsät kivennäismailla	0,05	0,9	0,00	0,00	Lepistö ja Kenttämies 1998, Ahtiainen ja Huttunen 1995
Hakkuualueet	0,05	1,3	0,08	7,00	Ahtiainen ja Huttunen 1999
Vanhemmat hakkuualueet kivennäismaa	0,05	0,9	0,02	3,40	Ahtiainen ja Huttunen 1999, Lepistö ym. 1995a
Vanhemmat hakkuualueet turvema	0,05	1,7	0,02	2,10	Ahtiainen ja Huttunen 1999
Muu maa-alue, ml. suojelualueet	0,04	0,5	0,00	0,00	Ahtiainen ja Huttunen 1999
Avosuot	0,04	1,3	0,00	0,00	Saukkonen ja Kortelainen 1995, Kortelainen ja Saukkonen 1998
Ilmalaskeuma			0,23	5,20	Vuorenmaa ym. 2001

maksi on arvioitu fosforille $0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ja typelle $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$. Arvoissa on pyritty ottamaan huomioon metsätalouden ja viljelyksessä olevien alueiden luontaisen rehevyyden vaikutukset.

Tässä hankkeessa luonnonhuuhtouman ominaiskuormituskertoimenä käytettiin fosforille $0,05 \text{ kg ha}^{-1}$. Typelle käytettiin $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ turvemailla ja $0,9 \text{ kg ha}^{-1}$ kivennäismailla. Samoja lukuja on käytetty mm. Kainuun alueen vesistöjen ravinnekuormituslaskelmissa (Markkanen ym. 2001). Luonnonhuuhtoumaan laskettiin mukaan myös metsätalouden alaisten maiden luonnonhuuhtouma.

Ilmalaskeuma on ilmasta, sateen mukana tuleva ravinnekuormitus. Maaperään sateen mukana tuleva laskeuma katsotaan sisältyvän luonnonhuuhtoumaan. Ilmalaskeuma laskettiin vuoden 1998 arvoilla, jotka olivat tuoreimmat julkaistut pitoisuudet. Kokonaisfosforin ominaiskuormituskerroin oli $0,23 \text{ kg ha}^{-1}$ ja kokonaistypen $5,21 \text{ kg ha}^{-1}$ (Vuorenmaa ym. 2001).

Maatalouden vesistökuormitus muodostuu maanviljelyn ja karjatalouden päästöistä. Huuhtoutuman suuruuteen vaikuttavat mm. viljeltävät kasvit, lannoitus, viljelymenetelmät ja sääolosuhteet. Karjatalouden päästöt muodostuvat karjasuojien päästöistä ja säilörehun puristeneesteestä. Valuma-alueilta tulleen maatalouden kuorma laskettiin hankejärville ominaiskuormituskertoimien avulla. Eri viljelymenetelmien aiheuttamia kuormia ei ole laskettu, vaan kerroin on keskimääräinen. Pelto-alueiden kokonaisfosforin kuormituskerroin oli $1,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ja muulle maatalousmaalle sekä laidunmaille $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$ (Vuorenmaa ym. 2002). Kokonaistypen vastaavat luvut olivat $15,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ja $10,0 \text{ kg ha}^{-1}$. Karjan määrää ei ole huomioitu.

Metsätalouden vesistöä kuormittavia toimenpiteitä ovat erityisesti ojitukset, lannoitukset,

uudistushakkuut sekä maan syvämuokkaus ts. auraus ja ojitusmätästys. Kuormitus vaihtelee alueen laajuuden, käsittelytavan, maa-aineksen, kaltevuuden ja suoritettujen toimenpiteisiin liittyvien vesiensuojelutoimenpiteiden mukaan.

Valuma-alueiden metsätalouden toimenpiteiden ja niiden määrän tietojen saatavuus vaihteli, joten metsätalouden eri toimenpiteiden määrää valuma-alueilla selvitettiin siltä osin, kuin se käytännössä ja työmäärältä oli mahdollista. Metsälannoitusten määrää ei pystytty selvittämään aineiston hajanaisuuden ja arkistointimenetelmien vuoksi. Metsähakkuuta ja niiden jälkeisiä maanmuokkauksia ei tarkasti selvitetty, koska aineiston läpikäyminen paperiarkistoista olisi vienyt liian pitkän ajan hankkeelle varatusta ajasta. Hankkeessa arvioitiin kuitenkin hakkuualueita satelliittikuvista seuraavasti:

- Uudistushakkuualueiksi luettiin satelliittikuvien harvapuustoiset alueet, joissa satelliittikuvatulkinnan mukaan latvuspeitto oli $< 10 \%$.
- Vanhoiksi hakkuualueiksi luettiin seuraavat:
 - kivennäismaa-alueet, joilla satelliittikuvatulkinnan mukaan latvuspeitto on $10\text{--}30 \%$
 - turvema-alueet, joilla satelliittikuvatulkinnan latvuspeitto on $10\text{--}30 \%$

Valuma-alueen ojitusintensiteetti (ojametrin hehtaarilla) on selvitetty peruskartaston uomarekisteristä, joka perustuu Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan maasto1 / viivamaiset kohteet -luokan vektoriaineistoon ja jonka tarkkuus on



Keskijärven rantamaisemaa.

1:5 000-10 000. Ojatieoihin on otettu kaikki alle 2 m leveät ojat. Kunnostusojitustiedot ovat vuoden 1995 jälkeen annetuista ojitusilmoituksista. Kunnostusojitusilmoitusten toteutumista ei ole selvitetty.

Eri toimenpiteiden ominaiskuormituskertoimina hakkuiden osalta on käytetty taulukon 2 mukaisia kertoimia. Osa kertoimista on keskiarvoja useammasta ominaishuuhtouma-arvosta. Metsätalouden luonnonhuuhtoumaa ei laskettu metsätalouden kokonaiskuormaan vaan luonnonhuuhtoumaan, mikä pienentää metsätalouden todellista kuormituksen määrää, sillä metsätalouden luonnonhuuhtouma on suurempi kuin luonnontilaisten metsien luonnonhuuhtouma (Rekolainen 1989). Ravinnekuormitukset ovat erikseen turve- ja kivennäismailla.

Ojitukset vaikuttavat huuhtoutumiin. Selvimmin näkyvä muutos on kiintoainehuuhtouman kasvu, jonka määrään vaikuttaa mm. maa-ainesten laatu ja virtaamaolosuhteet. Ojituksen vaikutus ravinnehuuhtoumaan vaihtelee suotyypin mukaan siten, että ohutturpeisilta ojitusalueilta huuhtoutumat ovat suurempia kuin paksuturpeisilta ojitusalueilta. Kunnostusojitus ja ojitusmätästys lisäävät ravinnehuuhtoumia samaan tapaan kuin uudisojituskin (Kenttämies ja Saukkonen 1995, Joensuu ym. 2006). Hankejärvien valuma-alueiden viimeaikaisten kunnostusojitustietojen (vuodesta 1995 lähtien) avulla on laskettu potentiaalinen kunnostusojitusten aiheuttama kuormitus käyttäen Ahtiaisen ja Huttusen (1995) huuhtoumakertoimia.

Hankejärvien valuma-alueiden metsälannoituksesta ei saatu tarkkoja tietoja, joten niiden aiheuttamaa kuormitusta ei ole huomioitu. Tavallisimpia lannoituskohteita ovat yleensä parikymmentä vuotta sitten ojitetut suot, joissa on tehty tai tehdään harvennushakkuu ja kunnostusojitus.

Haja-asutus. Hankejärvien valuma-alueiden asutus on vakituista ja vapaa-ajan haja-asutusta. Asutuksen kuormitus on laskettu asukaskohtaisesti väestörekisteritietojen mukaan. Haja-asutusalueella kotitalouksista syntyvä jätevesi muodostuu lähinnä peseytymiseen, ruuanlaittoon, astian- ja pyykinpesuun käytetystä vedestä sekä käymäläjätteistä. Vakituisen haja-asutuksen vuotuiseksi vesistökuormitukseksi on arvioitu fosforin osalta 0,25 kg asukasta kohden ja typen osalta 1,0 kg asukasta kohden (Rontu ja Santala 1995). Loma-asutuksen aiheuttamaksi kuormitukseksi on arvioitu 0,02 kg fosforia ja 0,05 kg typpeä asukasta kohden vuodessa (Rontu ja Santala 1995). Em. arvojen kohdalla on oletettu, että kukin asukas oleskelee loma-asunnolla 60 yöpymisvuorokautta vuodessa.

2.3

Järvien ekologisen tilan arviointi

2.3.1

Arvioinnin perusteet

Järvien ekologisen tilan arviointi tehtiin kalaston, pohjaeläinten, kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden perusteella, taulukko 3. Arvion tukena käytettiin järvien vedenlaatutietoja ja pohjasedimentin piileviä. Kasviplanktonit tutkittiin 14 järvestä (Holopainen ym. 2007), pohjaeläimet analysoitiin 14 järvestä (Leppä 2007), vesikasvit määritettiin 10 järvestä (Hynynen ym. 2007) ja 8 järveä koe-kalastettiin (Kekäläinen ym. 2007). Järvien paleolimnologista historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla (Kukkonen ja Miettinen 2007). Menetelmät on selvitetty tarkemmin kunkin osaraportin yhteydessä. Vesistöjen luokittelun valtakunnallinen ohjeistus oli hankkeen aikana työn alla, joten luokittelua on tehty osaksi soveltaen. Osalle luokittelutekijöistä on jälkikäteen laskettu kansallisen ohjeistuksen mukainen luokittelu, mm. pohjaeläimet ja kalat (Suomen ympäristökeskus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2007).

Kasviplankton. Järvien ekologista tilaa arvioitiin Pusonjärven, Tuopanjärven, Kinnasjärven ja Petkeljärven osalta kuuden kesällä 2005 otetun kasviplankton- ja klorofyllinäytteen perusteella ja muiden järvien osalta vain heinä-elokuun vaihteen kasviplankton- ja klorofyllinäytteiden perusteella (Holopainen ym. 2007). Luokittelussa käytettiin sekä EU:n vesipuitedirektiivin mukaista luokitusta että muita olemassa olevia menetelmiä. Raportissa annetut tulokset ovat lähinnä vesipuitedirektiivin mukaisia. Jokaisen järven omassa osiossa sekä kasviplanktonituloksia käsittelevässä raportissa esitetään yksityiskohtaiset tulokset.

Vesikasviaineiston analysointi tehtiin hankejärvillä linjamenetelmällä Lekan ym. (2003) ja Vallinkosken ym. (2004) menetelmiä soveltaen (Hynynen ym. 2007). Vertailujärvinä käytettiin pohjois- ja eteläsavolaisia sekä kainuulaisia järviä.

Pohjaeläinnäytteet otettiin hankejärvistä sekä syväne- että litoraaliaalueilta (Leppä 2007). Järvien ekologisen tilan luokittelemiseksi syvännäytteistä laskettiin ekologiset laatusuhteet (ELS-arvot) seuraaville muuttujille: pohjanlaatuindeksi (BQI, Wiederholm 1980), Shannonin diversiteetti-indeksi, taksonirunsaus ja taksonikoostumus. Vertailuarvot em. muuttujille ovat peräisin Tolosen ym. (2005) kokoamasta humusjärviaineistosta.

Pohjaeläinraportin valmistumisen jälkeen on kansallisia ekologisen luokittelun ohjeita muutettu ja yhteenvetoraportissa on huomioitu niiden tulokset. Järvisyvänteiden pohjaeläinperusteinen luokittelu pohjautuu malliin, jossa käytetään surviaissääskiin pohjautuvaa pohjanlaatuindeksiä (BQI) ja järven syvyyttä. Ohjeistus on kuitenkin keskeneräinen, joten kaikille järville ei saatu laskettua ohjeistuksen mukaisia ELS-arvoja.

Koekalastuksiin perustuva kalaluokittelu on tehty osaraportin (Kekäläinen ym. 2007) lisäksi Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (2007) pintavesien luokittelun ohjeistuksen mukaan, missä ELS-arvo määritetään biomassan, yksilömäärän, särkikalojen biomassasuuden ja indikaattorilajien yhteismitallistettujen ELS-arvojen keskiarvona. Osalle tyypeistä on käytetty yhteisiä vertailuarvoja ja luokkarajoja vertailuaineiston vähyysden takia.

Järvien kalakantaa on kartoitettu lisäksi kalasakaskunnille lähetetyllä kyselyllä, joissa kyseltiin tietoja istutusten onnistumisesta, kalakannan koostumuksesta, rapujen esiintymisestä sekä mielipidettä järven tilasta yleensä. Kalastutustiedot on saatu paikalliselta TE-keskukselta (tiedot Timo Turunen TE-keskus). Tulokset on esitetty jokaisen järven omassa osiossa.

Kalaosiossa on testattu myös kalojen papilloomaviruksen esiintymisen käyttöä kalojen ympäristöstressin ilmentäjänä. Menetelmäkokeilun tulokset ovat kalaraportin yhteydessä (Taskinen 2007).

Järvien limnologista historiaa selvitettiin pohjasedimentistä otetulla sedimenttinäytteellä, mikä tehtiin kaikille 16 järvelle. Menetelmät on selostettu tarkemmin julkaisussa Kukkonen ja Miettinen (2007). Sedimenttinäytteiden ajoitusta varten tehtiin nokihiukkasanalyysi 6 järvelle.

2.3.2

Järvien vedenlaatu

Hankejärvien ekologisen tilan arvioinnin tukena käytetään vedenlaatutietoja, jotka on esitetty tarkemmin Holopaisen ym. (2007) julkaisussa. Tutkimusvuoden 2005 ja sitä edeltäneen vuoden 2004 hydrologiset olosuhteet Pohjois-Karjalassa pohjautuvat Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen vesitilannekatsauksiin (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2005, 2006).

Hanketta varten otettiin vesinäytteet järven syvänteestä Limnos-tyyppisellä noutimella yhden metrin syvyydeltä pinnasta, 1 metri pohjan yläpuolelta ja 0-2 metrin kokoomanäytteenä. Samanaikaisesti mitattiin veden lämpötila ja näkösyvyys

Taulukko 3. Kohdejärvistä tehdyt biologiset selvitykset ja vastaavat julkaisut.

Tutkimusjärvet	Kasviplankton Holopainen ym. 2007	Vesikasvillisuus Hynynen ym. 2007	Pohjaeläimet Leppä 2007	Koekalastus Kekäläinen ym. 2007	Pohjasedimentin piilevät Kukkonen ja Miettinen 2007
Pusonjärvi	x	x	x	x	x
Tuopanjärvi	x	x	x	x	x
Uramo	x	x	x	x	x
Haliijärvi	x		x		x
Keskijärvi					x
Rauanjärvi	x		x		x
Kajoonjärvi	x	x	x	x	x
Kinnasjärvi	x	x	x	x	x
Harkkojärvi	x	x	x	x	x
Koppelojärvi	x	x	x	x	x
Otmenjärvi	x	x	x		x
Hattujärvi					x
Palojärvi	x		x		x
Oskajärvi	x	x	x		x
Naarvanjärvi	x		x		x
Petkeljärvi	x	x	x	x	x

kultakin havaintopaikalta. Näytteet otettiin ja analysoitiin ympäristöhallinnossa yleisesti käytössä olevilla menetelmillä (Niemi ym. 2001, Mitikka & Ekholm 2003) ja työt tehtiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion toimesta. Vesinäytteistä määritettiin happiolot (liukoinen happi ja hapen kyllästysaste), alkaliniteetti, pH-arvo, väriluku, sameus, kemiallinen hapen tarve COD_{Mn}, fosfaattifosfori, kokonaisfosfori ja –typpi, nitraatti- ja nitriittitypen summa, ammoniumtyppi, rauta, sulfaatti ja sähkönjohtavuus sekä 1 m näytteistä orgaaninen liukoinen hiili; kokoomanäytteistä määritettiin klorofylli *a*:n pitoisuus.

Vesinäytteitä otettiin kaikkiaan kolme kertaa syksyllä 2004 sekä heinä-elokuun vaihteessa vuosina 2005 ja 2006. Vuonna 2005 intensiivitutkimuksen aikana Tuopanjärveltä, Pusonjärveltä, Kinnasjärveltä ja Petkeljärveltä otettiin näytteitä touko- ja syyskuun välisenä aikana kuusi kertaa. Muilta tutkimusjärveltä näytteet otettiin elokuun alkupuolella kesäkerrostuneisuuskauden lopulla. Hattujärvestä näytteet otettiin heinäkuun alkupuolella. Keskijärvestä on yhdeksän havaintokertaa avovesialjalta 2005, joista kaksi on Keskijärven kalalaitoksen velvoitetarkkailukertoja. Vedenlaatutiedot ovat peräisin ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmästä.

Järvien veden käyttökelpoisuutta on aikaisemmin Suomessa arvioitu pintavesien käyttökelpoisuusluokituksen perusteella (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988). Käyttökelpoisuusluokituksessa vesistöt jaetaan veden laatuominaisuuksien ja muiden käytettävissä olevien luokitteluun vaikuttavien tietojen perusteella viiteen luokkaan, jotka ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Tässä raportissa arvioitiin hankejärvien veden käyttökelpoisuutta käyttäen luokituksista ainoastaan kokonaisfosforin, näkösyvyyden ja klorofylli *a*:n käyttökelpoisuusluokkien raja-arvoja. Holopaisen ym. (2007) raportissa on koottuna hankejärvien käyttökelpoisuusluokituksista tiedot vuosilta 1976-2004, jolloin luokituksia on julkaistu Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksessa (Vesihallitus 1976, Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993, Niinioja ym. 1996, 1999, 2005a, 2005b).

Vedenlaatuun vaikuttavat muuttujat. Järvien valuma-alueiden koko, laatu ja maankäyttö sekä järvien morfometria ja hydrologia vaikuttavat vesistöjen tilaan ja ekologiaan. Järvien ekologisen tilan yhteyttä maankäyttömuotoihin ja kuormitukseen on pohdittu suhteuttamalla maankäyttötietoja järvien morfologiaan, hydrologiaan sekä valuma-alueeseen ja vertaamalla vedenlaatutietoja näihin suhteisiin.

2.4

Järviä koskevat kyselyt ja viestintä kansalaisten kanssa

Hankejärvien merkitystä valuma-alueen asukkaille sekä kesäasukkaille selvitettiin postitse lähetetyllä kyselyllä, jota lähetettiin keskimäärin viidellekymmenelle valuma-alueen asukkaalle. Kyselykaavakeita oli lisäksi tarjolla metsäalan Silva – messuilla, valuma-alueiden asukkaille pidetyissä kyläiltoissa sekä internetissä, joissa siihen pystyi vastaamaan jokainen halukas. Kaavakkeen avulla kyseltiin järven merkitystä kansalaisille, pääsääntöisiä käyttömuotoja, järven tilaa, kunnostustarvetta ja –halukkuutta sekä muita järveen liittyviä mielipiteitä. Kysymyskaavake on liitteessä 1 ja vastausten järviakohtaiset yhteenvedot kunkin järven omassa osiossa.

Kansalaisten kanssa tehtävää yhteistyötä varten on järvien ympäristössä toimiville kyläyhdistyksille lähetetty materiaalia sekä tarjottu mahdollisuutta osallistua hankkeen pitämään kyläiltaan, jossa esitellään hanketta ja sen tutkimustuloksia sekä kerrotaan vesiensuojelusta ja kansalaisten osallistumismahdollisuuksista vesiensuojeluun yleensä.

Metsäalan SILVA-messuilla Joensuussa kesäkuussa 2006 hankkeella oli oma esittelytila, jossa kerrottiin projektista, jaettiin tietoa vesiensuojelusta ja vastattiin kansalaisten kysymyksiin. Lisäksi valuma-alueiden maastotarkastelujen aikana keskusteltiin paikallisten asukkaiden kanssa kohdejärvestä.

Hankkeesta tehtiin esittelylehtinen jaettavaksi yleisölle erilaisissa tilaisuuksissa. Lisäksi on tehty internet-sivustot, joissa on yksityiskohtaisempaa tietoa järvistä (www.ymparisto.fi) sekä linkkejä muille, aiheeseen liittyville opassivuille. Internet-sivuille liitetään myöhemmin hankkeesta julkaisut raportit.

2.5

Järvien kunnostustarvearvioinnit

Hankkeen yhtenä tarkoituksena oli tarkastella järvien vesien laatua, maankäytön yhteyttä siihen sekä miettiä toimenpiteitä vesistön kunnon parantamiseksi. Kunnostustarvearviointien pohjana ovat kaikki saadut tulokset sekä järvien valuma-alueilla tehdyt maastotarkastelut. Lisäksi pohjana ovat paikallisten asukkaiden kyselyvastaukset sekä heidän kanssaan käydyt keskustelut järvien tilasta ja järviin mahdollisesti liittyvistä ongelmista.

3 Kohdejärvet

3.1

Järvien perustiedot ja tyypittely

Hankejärvet sijaitsevat Pohjois-Karjalassa lähinnä maakunnan pohjois- ja itäosissa. Kolme järvestä sijaitsee Joensuussa, neljä Juuassa, viisi Ilomantsissa sekä Nurmeksessa, Valtimolla, Kontiolahdella ja Enossa kussakin yksi, kuva 1. Järvien perustietoja on koottuna taulukkoon 4, valuma-alueet taulukkoon 5, maankäyttötietoja taulukkoon 6a ja 6b sekä kuormitustietoja taulukkoon 7, 8 ja 9.

Järvien pinta-alat vaihtelevat 128-552 hehtaarin välillä, taulukko 4. Pienimmät järvet ovat Naarvanjärvi, Kinnasjärvi ja Otmen-Keski-Otmen-järvet ja suurin Kajoonjärvi. Maksimisyvyys on suurin Kajoonjärvellä (50 m) ja pienin Otmenjärvellä (6 m) ja Palojärvellä (8 m). Keskisyvyys on suurin Kajoonjärvessä (11,3), jäädessä muissa alle 8 m. Järvien rantaviivan pituudet vaihtelevat 8 km ja 40 km välillä. Järvien veden viipymät vaihtelivat 5 päivästä yli 3 vuoteen; hitainta veden vaihtuminen oli Pusonjärvellä ja nopeinta Naarvanjärvellä ja Petkeljärvellä.

Pilke ym. (2002) tyypittelyn mukaan kohdejärvet jakaantuvat lähinnä humuksisiin ja runsashu-

muksisiin järviin. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) antaman uuden tyypittelyohjeen mukaisia pieniä humusjärviä (Ph) ovat Pusonjärvi, Uramo, Halijärvi, Tuopanjärvi, Rauanjärvi ja Keskijärvi, taulukko 4. Kajoonjärvi on keskikokoinen humusjärvi (Kh). Kinnasjärvi, Harkkojärvi ja Koppelojärvi ovat runsashumuksisia järviä (Rh). Otmen-Keski-Otmen-järvi on matala humusjärvi (Mh) sekä Hattujärvi, Oskajärvi ja Palojärvi matalia runsashumuksisia järviä (MRh). Lyhytviipymäisiä (Lv) ovat Naarvanjärvi ja Petkeljärvi.

3.2

Valuma-alueet

Järvistä osa on ns. latvavesistöjä, kun taas osalla on yläpuolisia valuma-alueita. Lähivaluma-alueiden koot vaihtelevat 961-10 596 ha välillä, joista suurin on Koppelojärvellä ja pienin Keskijärvellä, taulukko 5. Suurin kaukovaluma-alue on Petkeljärvellä, jonka lähi- ja kaukovaluma-alueet yhteensä ovat lähes 105 000 ha, josta 81 395 ha on Venäjän puolella. Myös Naarvanjärven valuma-alue ulottuu Venäjän puolelle. Osa hankejärvestä sijaitsee toisen hankejärven kaukovaluma-alueella: Oskajärvi on Petkeljärven kaukovaluma-alueella ja Hattujärvi Harkkojärven kaukovaluma-alueella.

Taulukko 4. Hankejärvien vesiala, vedenpinnan korkeus merenpinnasta, maksimi- ja keskisyvyys, rantaviiva, tilavuus, laskennallinen keskiviipymä ja järviyypit ympäristöministeriön kirjeen (Ympäristöministeriö 2006) mukaan. Tiedot: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus (2006).

Järvi	Vesiala ha	Vedenpinnan korkeus N60+	Suurin syvyys m	Keskisyvyys m	Rantaviiva km	Tilavuus 10 ³ m ³	Keski- viipymä vrk	Tyyppi
Pusonjärvi	165	152	21	7,3	10	11 970	1 116	Ph
Tuopanjärvi	316	123	17	4,4	18	13 768	211	Ph
Uramo	326	123	19	5,8	21	18 790	413	Ph
Halijärvi	234	157	21	5,8	15	13 468	313	Ph
Keskijärvi	212	117	14	3,5	9	7 390	764	Ph
Rauanjärvi	422	147	19	3,1	40	13 032	190	Ph
Kajoonjärvi	552	167	50	11,3	25	62 489	449	Kh
Kinnasjärvi	139	136	22	4,4	14	6 103	21	Rh
Harkkojärvi	437	150	10	3,5	26	15 164	474	Rh
Koppelojärvi	471	131	19	4,6	19	21 656	165	Rh
Otmenjärvi	139	111	6	2,0	11	2 826	77	Mh
Hattujärvi	515	169	9	3,3	29	16 942	191	MRh
Palojärvi	166	162	8	1,7	8	2 776	13	MRh
Oskajärvi	374	153	12	2,6	17	9 795	333	MRh
Naarvanjärvi	128	147	8	2,5	16	3 203	5	Lv
Petkeljärvi	176	145	9	3,1	22	5 484	5	Lv

Taulukko 5. Hankejärvien valuma-alueiden koot.

Järvi	Lähivaluma-alue ha	Kaukovaluma-alue ha	Venäjän puoleinen valuma-alue ha	Yhteensä ha
Pusonjärvi	2 346			
Tuopanjärvi	3 122	4 286		7 408
Uramo	4 506			
Halijärvi	2 572			
Keskijärvi	961	3 124		4 085
Rauanjärvi	5 964			
Kajoonjärvi	2 168	10 308		12 476
Kinnasjärvi	1 002	27 095		28 097
Harkkojärvi	2 667	14 938		17 605
Koppelojärvi	10 596			
Otmenjärvi	3 765			
Hattujärvi	5 785			
Palojärvi	6 265			
Oskajärvi	3 984			
Naarvanjärvi	4 419	22 623	36 938	63 980
Petkeljärvi	2 610	20 893	81 395	104 898

3.2.1

Maankäyttö

Lähivaluma-alueiden maankäyttö on esitetty taulukossa 6a ja kaukovaluma-alueiden taulukossa 6b prosenttiosuuksina valuma-alueen maa-alasta. Järvikohtaiset maankäyttökartat ovat kunkin järven omassa osiossa. Hankejärvien sekä lähi- että kaukovaluma-alueista on suurin osa metsää. Erämaisimpia valuma-alueet ovat Hattujärven, Koppelojärven, Palojärven ja Otmenien ympäristössä. Niissä metsämaiden osuus lähivaluma-alueesta on suurin, noin 92-94 %. Vähiten metsiä on Tuopanjärvellä, Kinnasjärvellä, Keskijärvellä ja Halijärvellä, 82-84 %. Kaukovaluma-alueiden metsäisyys on noin 90 %, mukana ei ole Petkel- ja Naarvanjärven Venäjän puoleisia alueita.

Lähivaluma-alueiden maa-alasta on turvemaita keskimäärin 30 %. Lähivaluma-alueen koko korreloi vahvasti lähivaluma-alueen turvamaaosuuden kanssa, $r=67$ ($p<0,001$). Turvemaapitoisimmat valuma-alueet ovat Hattujärvellä, Naarvanjärvellä, Palojärvellä ja Koppelojärvellä. Vähiten turvemaita on Keskijärvellä, Kinnasjärvellä, Keski-Otmenella ja Kajoonjärvellä. Kaukovaluma-alueista turvemaita on huomattavasti Harkkojärvellä, jopa 51 %. Avosoita lähivaluma-alueista on keskimäärin 4 %, eniten Naarvanjärvellä, 9 %. Kaukovaluma-alueista avosoita on eniten Naarvanjärvellä ja Harkkojärvellä, 10 %.

Lähivaluma-alueiden järvisyys on suurin Kajoonjärvellä ja pienin Palojärvellä, Naarvanjärvellä ja Koppelojärvellä. Keskimäärin järvisyys on 12 % ja mediaani 10 %. Kaukovaluma-alueiden järvisyys on suurin Petkeljärvellä ja pienin Naarvanjärvellä ja Harkkojärvellä. Keskimäärin se on 9 %, mediaanin ollessa 7 %.

Maatalouden osuuteen lasketaan mukaan pellot, laidunmaat ja pienipiirteinen maatalousmosaiikki (CLC2000, luokittelu). Maatalouden osuus maankäytöstä on hankejärvillä yleisesti ottaen pieni. Suurinta, 5-10 %, se on Tuopanjärvellä, Halijärvellä, Kajoonjärvellä, Kinnasjärvellä ja Keskijärvellä. Maatalousmaita ei ole laisinkaan Petkeljärvellä, Palojärvellä eikä Hattujärvellä.

Asutuksen määrä on vähäinen; 1-7 % hankejärvien lähivaluma-alueista on rakennuttua ympäristöä. Kaukovaluma-alueilla on maataloutta 2-4 % ja rakennettua ympäristöä todella vähän 0-5 %. Erämaisimmat valuma-alueet kokonaisuudessaan ovat Naarvanjärvellä, Harkkojärvellä, Palojärvellä, Petkeljärvellä ja Hattujärvellä.

Järvien valuma-alueiden maa-alasta on suurin osa metsämaata ja maankäyttö metsätaloustalotteista. Harvapuustoisten alueiden osuus maa-alasta on 17-32 %. Suurin se on Kajoonjärvellä ja pienin Hattujärvellä. Ojien määrä järvien valuma-alueilla on suuri: niitä on kaivettu kymmeniä tuhansia kilometrejä satojen hehtaarien alueelle. Tiheimmin ojitetut lähivaluma-alueet ovat Hattujärvellä, 160 oja-

Taulukko 6a. Järvikohtainen lähivaluma-alueiden järvisyys, turvemaan osuus sekä maankäyttö ja ojitusintensiteetti. Järvisyys on laskettu valuma-alueen kokonaispinta-alasta ja muut maa-alasta.

Järvi	Järvisyys	Turvemaa	Metsämaa		Maatalous	Rakennettu ympäristö	Avo-suot	Ojitus-intensiteetti
			Metsät	Harvapuus-toiset				
	%	%	%	%	%	%	%	m ha ⁻¹
Pusonjärvi	10	22	62	29	3	2	4	81
Tuopanjärvi	11	31	56	28	6	6	3	93
Uramo	12	22	74	20	1	2	3	53
Halijärvi	11	27	54	28	7	2	6	81
Keskijärvi	22	14	63	21	8	7	1	54
Rauanjärvi	9	38	64	26	2	2	5	89
Kajonjärvi	25	18	55	32	5	4	3	61
Kinnasjärvi	17	16	62	22	10	5	1	48
Harkkojärvi	18	30	64	27	1	2	6	77
Koppelojärvi	6	39	69	25	2	1	4	121
Otmenjärvi	9	16	73	21	3	2	1	43
Hattujärvi	11	51	75	17	0	1	7	160
Palojärvi	4	43	75	19	0	1	5	156
Oskajärvi	9	37	66	25	3	3	3	97
Naarvanjärvi	5	46	63	25	1	1	9	122
Petkeljärvi	10	29	68	25	0	2	5	77

Taulukko 6b. Kaukovaluma-alueiden maankäyttö ja ojitusintensiteetti. Järvisyys on laskettu valuma-alueen kokonaispinta-alasta ja muut maa-alasta.

Järvi	Järvisyys	Turvemaa	Metsämaa		Maatalous	Rakennettu ympäristö	Avo-suot	Ojitus-intensiteetti
			Metsät	Harvapuus-toiset				
	%	%	%	%	%	%	%	m ha ⁻¹
Tuopanjärvi	6	22	58	33	4	3	3	73
Keskijärvi	16	7	75	13	4	5	0	32
Kajonjärvi	11	30	58	30	4	2	5	94
Kinnasjärvi	7	30	66	26	2	2	5	77
Harkkojärvi	6	51	68	22	0	1	10	137
Naarvanjärvi	3	48	65	24	0	0	10	139
Petkeljärvi	18	39	64	24	2	2	8	84

metriä ha⁻¹, Palojärvellä 156 ojametriä ha⁻¹, Koppelojärvellä 121 ojametriä ha⁻¹ ja Naarvanjärvellä 122 ojametriä ha⁻¹. Vähiten ojitetut lähivaluma-alueet olivat Kinnasjärvellä, 48 ojametriä ha⁻¹, Otmen-Keski-Otmenellä, 43 ojametriä ha⁻¹ ja Keskijärvellä 54 ojametriä ha⁻¹. Ojitetuimmat kaukovaluma-alueista olivat Naarvanjärvellä ja Harkkojärvellä.

Kunnostusojitusilmoitusten määrää tarkasteltiin vuodesta 1995 vuoteen 2004. Alueiden osuus

koko valuma-alueen maa-alasta vaihteli 0-16 %. Kunnostusojitetuimpia, yli 10 % lähivaluma-alueen maa-alasta, olivat Tuopanjärven, Petkeljärven ja Hattujärven ympäristöt. Kaukovaluma-alueiden kunnostusojitusprosentti oli alle 5 %. Valuma-alueiden ojitustiheyksiä sekä viimeaikaisten kunnostusojitusten sijoittumista suhteessa vesistöön voi tarkastella järven omassa osiossa ojituskartalta.

Kuormitus

Taulukossa 7 on esitetty lähivaluma-alueiden vuotuiset fosforikuormat ja taulukossa 8 typpikuormat sekä eri kuormittajien osuudet kokonaiskuormasta. Hankejärviin tuleva kuormitus on lähinnä haja-kuormitusta, pistekuormitusta ei juuri ole. Suurin pistekuormittaja on Keskijärvellä oleva kalanviljelylaitos.

Järvien vuotuinen fosforikuormitus vaihteli välillä 220 kg a⁻¹ - lähes 1 000 kg a⁻¹ ollen alhaisin Kinnasjärvellä ja korkein Koppelojärvellä. Keskimääräinen vuotuinen fosforikuorma oli noin 400 kg, eli 0,12 kg ha⁻¹, taulukko 7.

Ilmalaskeumana ja luonnonhuuhtoumana tulee yleensä suurin osa fosforikuormituksesta. Niiden yhteenlaskettu osuus kokonaiskuormasta oli keskimäärin 65 %. Suurinta se oli Harkkojärvessä, Hattujärvessä ja Palojärvessä yli 80 %. Luonnonhuuhtoumaan on laskettu mukaan kaikki metsämaat mukaanluettuna metsätalousmaa, jonka luonnonhuuhtouma on usein suurempi kuin luonnontilaisen metsän johtuen niillä tehtävistä metsätaloustoimenpiteistä.

Metsätaloustoimenpiteiden (hakkuut ja ojitus) osuus fosforikuormasta oli suurin Petkeljärvellä ja korkea myös Koppelojärvellä sekä Hattujärvellä. Maatalouden osuus oli korkein Kinnasjärvellä ja Keskijärvellä. Asutuksen aiheuttaman fosforikuorman osuus oli kaikilla järvillä alhainen, keskimäärin 3 %.

Typpikuorma hankejärviin oli keskimäärin 12 000 kg vuodessa, taulukko 8. Suurin se oli Koppelojärvellä, noin 31 500 kg. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus typpikuormasta oli keskimäärin 54 %. Yli 60 % se oli Uramolla, Palojärvellä, Hattujärvellä ja Harkkojärvellä. Metsätaloustoimenpiteet nostavat typpikuormaa fosforikuormaa enemmän. Metsätalouden osuus typpikuormasta oli keskimäärin 35 %. Suurinta, yli 40 %, se oli Pusonjärvellä, Halijärvellä, Petkeljärvellä, Naarvanjärvellä ja Koppelojärvellä. Maatalouden osuus typpikuormasta oli suurinta, yli 20 %, Halijärvellä, Kinnasjärvellä ja Keskijärvellä. Rakennetun ympäristön typpikuorman osuus kokonaiskuormasta oli alhainen, keskimäärin 1 %.

Kaukovaluma-alueiden fosforikuormitus on erämaisilla järvillä suurelta osin peräisin ilmasta ja luonnonhuuhtoumasta, taulukko 9. Metsätalouden osuus on korkein Naarvanjärvellä ja Harkkojärvellä.

Taulukko 7. Järvikohtainen vuotuinen ja valuma-alueen pinta-alaan suhteutettu fosforikuormitus lähivaluma-alueilta sekä eri kuormittajien osuudet siitä.

Järvi	Kokonaiskuorma		Luonnonhuuhtouma %	Ilmalaskeuma %	Metsätalous %	Maatalous %	Asutus %
	kg a ⁻¹	kg ha ⁻¹					
Pusonjärvi	260	0,11	44	21	14	19	2
Tuopanjärvi	470	0,15	33	16	11	28	5
Uramo	430	0,09	47	30	12	8	3
Halijärvi	390	0,15	36	16	10	35	3
Keskijärvi	300	0,20	25	25	6	37	7
Rauanjärvi	600	0,10	48	20	14	15	3
Kajonjärvi	380	0,17	25	34	9	28	5
Kinnasjärvi	220	0,22	25	17	5	46	6
Harkkojärvi	260	0,10	43	43	11	3	0
Koppelojärvi	980	0,09	53	15	16	15	1
Otmenjärvi	430	0,11	44	18	10	25	4
Hattujärvi	500	0,09	52	29	17	2	1
Palojärvi	440	0,07	68	15	11	5	1
Oskajärvi	480	0,12	40	17	15	22	6
Naarvanjärvi	350	0,08	61	14	14	8	3
Petkeljärvi	250	0,10	47	23	23	4	3

lä. Kajoonjärvellä, Tuopanjärvellä ja Keskijärvellä kasvavat maatalouden osuudet. Typpikuormasta metsätalouden osuus on suurin Tuopanjärvellä ja Kinnasjärvellä, taulukko 9. Matalin se on Keskijärvellä, missä maatalouden osuus on korkea. Kaukovaluma-alueiden järvikohtaisissa ravinnekuormissa ei ole huomioitu pidättymistä yläpuolisiin vesistöihin, vaan luvut ovat bruttolukuja.

Verrattaessa järviä kuormituslähteittäin ovat Harkkojärvi, Hattujärvi, Naarvanjärvi ja Petkeljärvi sekä Palojärvi eniten metsätalouden kuormittamia. Rauanjärvellä ja Koppelojärvellä metsätalous on suuri kuormittaja, mutta myös maatalous kuormittaa järveä. Tuopanjärvellä, Halijärvellä, Kajoonjärvellä, Keskijärvellä, Otmen-Keski-Otmenella ja erityisesti Kinnasjärvellä kasvaa maatalouden osuus kuormituksesta selvästi. Kinnasjärven lähivaluma-alueen kuormitus on maatalouspainotteinen mutta kaukovaluma-alueen kuormitus taas metsätalouspainotteinen. Keskijärvellä kalanviljelylaitokselta tulee noin kolmannes kokonaiskuormasta. Vähiten valuma-alueen maankäyttöön liittyvää kuormitusta on Uramolla ja Pusonjärvellä.



Uramon rantaa.

Taulukko 8. Järvikohtainen vuotuinen ja valuma-alueen pinta-alaan suhteutettu typpikuormitus lähivaluma-alueilta sekä eri kuormittajien osuudet siitä.

Järvi	Kokonaiskuorma		Luonnon- huuhtouma %	Ilmalaskeuma %	Metsätalous %	Maatalous %	Asutus %
	kg a ⁻¹	kg ha ⁻¹					
Pusonjärvi	7 500	3	33	16	41	10	0,2
Tuopanjärvi	11 500	4	23	27	14	14	1,0
Uramo	11 900	3	38	24	34	4	0,4
Halijärvi	10 800	4	26	13	40	21	0,4
Keskijärvi	5 100	4	21	29	25	23	1,3
Rauanjärvi	17 500	3	39	15	37	7	0,8
Kajoonjärvi	8 600	4	21	33	31	14	0,8
Kinnasjärvi	4 200	4	22	21	27	29	1,3
Harkkojärvi	8 500	3	31	29	38	2	0,0
Koppelojärvi	31 500	3	40	10	43	6	0,2
Otmenjärvi	11 400	3	33	15	39	12	0,6
Hattujärvi	14 800	3	46	22	31	1	0,1
Palojärvi	13 700	2	55	11	32	2	0,1
Oskajärvi	12 300	3	37	15	37	10	1,0
Naarvanjärvi	12 300	3	45	9	43	3	0,3
Petkeljärvi	7 300	3	39	18	42	1	0,4

Taulukko 9. Järvikohtaiset kaukovaluma-alueiden vuotuiset ja pinta-alaan suhteutetut ravinnekuormitukset sekä eri lähteitten osuudet kokonaiskuormasta.

Fosfori							
Järvi	Kokonaiskuorma		Luonnon- huuhtouma %	Ilmalaskeuma %	Metsätalous %	Maatalous %	Asutus %
	kg a ⁻¹	kg ha ⁻¹					
Tuopanjärvi	500	0,12	45	8	17	22	7
Keskijärvi	430	0,14	34	27	6	25	8
Kajoonjärvi	1 342	0,13	38	19	11	28	4
Kinnasjärvi	2 650	0,10	50	16	14	16	4
Harkkojärvi	1 090	0,07	64	19	16	1	0
Naarvanjärvi	1 480	0,07	73	9	16	1	0
Petkeljärvi	2 350	0,11	38	36	11	11	5
Typpi							
	kg a ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	%	%	%	%
Tuopanjärvi	14 700	3	34	6	48	11	1
Keskijärvi	9 000	3	29	29	26	15	2
Kajoonjärvi	37 400	4	30	15	42	13	1
Kinnasjärvi	84 300	3	36	12	45	6	1
Harkkojärvi	38 000	3	49	12	38	0	0
Naarvanjärvi	57 400	3	50	5	44	1	0
Petkeljärvi	63 800	3	34	30	30	5	1

3.3

Järvikohtaiset tulokset

3.3.1

Pusonjärvi

Herajärven länsipuolella Kontiolahden kunnan alueella sijaitsevan Pusonjärven vesiala on 165 ha ja rantaviiva 10 km. Sen maksimisyvyys on 21 m ja keskisyvyys 7,3 m. Järvellä on yksi hehtaarin kokoinen saari, Upsalonsaari. Pusonjärven viipymä on noin 3 vuotta ja se laskee pohjoisosasta lähtevän Pusonjoen kautta Herajärveen. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyn mukaan järvi kuuluu pieniin humusjärviin. Alueella toimii Puson kylätoimikunta. Hankkeen aikana Pusonjärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin järven kasviplankton, kalasto, pohjaeläimistö, vesikasvillisuus, veden laatu ja pohjasedimentin piilevät.

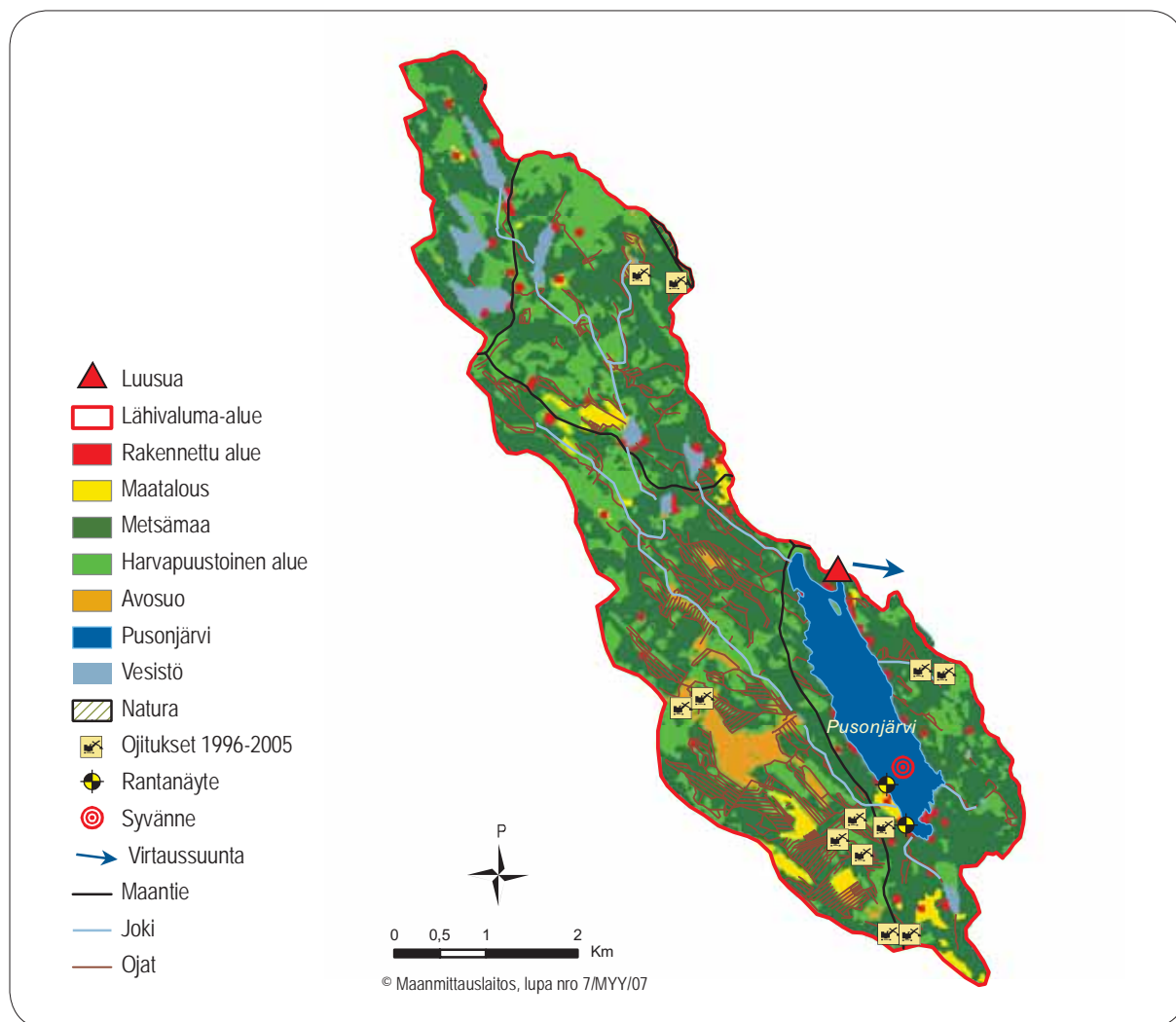
3.3.1.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Pusonjärvi on latvajärvi, jonka valuma-alueen koko on 2 346 hehtaaria ja järvisyys 10 %, kuva 2. Maa-alasta turvemaita on 22 %, metsiä 91 %, maatalousmaita 3 % ja avosoita noin 4 %. Vakituista asutusta on kuudella tilalla, joissa asuu yhteensä kymmenisen henkeä. Vapaa-ajan asuntoja on hie-
man yli 30.

Valuma-alueen kallioperästä on noin 70 % kvartsiittia, 29 % koostuu kiilleliuskeesta, mustaliuskeesta, konglomeraatista ja arkosiitista. Valuma-alueella ei sijaitse vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita eikä suojelualueita.

Pusonjärven laskennallinen vuotuinen fosforikuormitus on noin 260 kg, 0,11 kg ha⁻¹, kuva 3. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus siitä on 65 %, metsätaloustoimenpiteiden 14 % ja maatalouden 19 %. Vuotuinen typpikuorma on noin 7 500 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat yhdessä lähes puolet kuormituksesta. Metsätaloustoimenpiteiden osuus on 41 % ja maatalouden 10 %.



Kuva 2. Pusonjärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1996-2005 kunnostus-ojituskohteet, näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) sekä syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).

Pusonjärven valuma-alueen ojitusintensiteetti on 81 ojametriä ha⁻¹. Viimeisen 10 vuoden aikana on tehty kunnostusojitusilmoituksia noin 8 950 m yhteensä 45 ha alalle. Vuodelle 2004 laskennallinen ravinnekuorma on ollut lähes 3 kg fosforia ja 53 kg typpeä.

3.3.1.2

Ekologinen tila

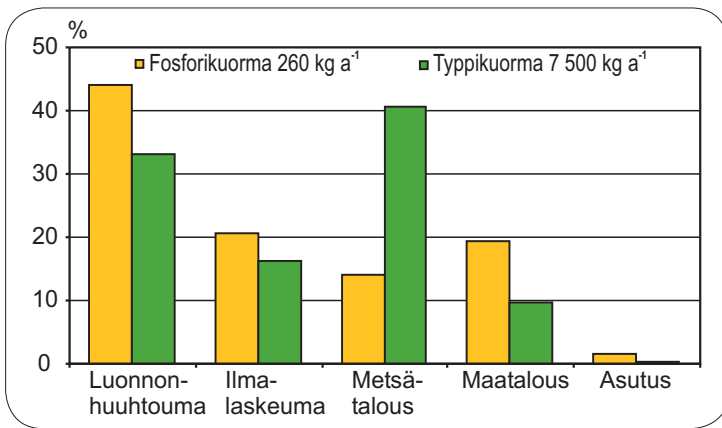
Pusonjärven ekologista tilaa arvioitiin kaikkien neljän biologisen muuttujan avulla. Kasviplanktonnäytteenotto tehtiin kesän 2005 aikana noin 2-3 viikon välein. Järven vedenlaadun historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla.

Kasviplankton. Pusonjärvi voidaan kasviplanktonin biomassan perusteella luokitella Heinosen (1980) raja-arvojen perusteella oligotrofiseksi eli karuksi järveksi. Klorofyllipitoisuus vaihteli avovesikaudella 2005 2,5 ja 5,2 µg l⁻¹ välillä ja oli keski-

määrin 3,7 µg l⁻¹. Samanaikaisesti kasviplanktonin biomassan ja myös veden klorofyllipitoisuuden vaihtelu oli melko vähäistä. Kasviplanktonlajisto koostui lähinnä karujen järvien lajistosta eikä sinileviä esiintynyt. Pusonjärvi kuuluu kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllin perusteella erinomaiseen luokkaan.

Pohjaeläimet. Pusonjärven pohjaeläinnäytteiden perusteella järvi voidaan luokitella hyvään tai erinomaiseen tilaan. Lajisto koostuu niukkavinteisten järvien taksoneista. Vesipuitteidirektiiviä mukailevan luokittelun mukaan Pusonjärvi kuuluu luokkaan erinomainen.

Vesikasvillisuus. Vesikasvillisuusselvityksen mukaan Pusonjärvi kuuluu hyvään luokkaan. Litoraalialueilla on paljon lähes kasvittomia kivikko-, sora- ja hiekkarantoja. Kasvillisuus on niukkaa, pohjalehtiset lajit puuttuvat lähes täysin.



Kuva 3. Pusonjärven fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Kalasto. Pusonjärvellä toimii Heraniemen osakaskunta, jonka edustajan mukaan järven tila ja kalakanta ovat hyviä. TE-keskuksen rekisterin mukaan järveen on istutettu lähinnä siikaa sekä harjusta, kuhaa kertaalleen ja järvitaimenta pari kertaa. Kalaosakaskunnasta saatujen tietojen mukaan siian istutus on onnistunut hyvin. Petokaloista ainakin hauki lisääntyy luontaisesti. Rapuja on esiintynyt vähäisesti. Vesipuitedirektiivin luokittelun mukaan Pusonjärven kalakanta on erinomaisessa kunnossa, vain koekalastuksissa saatu lajimäärä oli hieman alhainen.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Pusonjärven pohjasedimentin piileväanalyysin mukaan veden laatu ei ole paljoa muuttunut. Sedimentaatio ja tuotanto järvestä näyttäisivät olevan matalia. Piilevälaajiston mukaan vesi on aikaisemmin ollut vähähumuksisempaa kuin nykyään. Järveen on viime vuosina tullut valumavesien mukana humuspitoista vettä sekä ravinteita, mikä näkyy hienoisena ravinnetason nousuna.

Vedenlaatu. Avovesikautena vuonna 2005 Pusonjärven vesi oli keskiruskeaa ja pH-arvo lähellä 7,0. Päälysveden lämpötila oli korkeimmillaan heinäkuun puolivälissä, jolloin se oli 24,2 °C. Heinäkuusta syyskuulle järvi oli kerrostunut lämpötilan suhteen. Syyskuun puolivälissä alusvedessä oli hapen kulumista, mutta huonosta happitilanteesta huolimatta sedimentistä ei liuennut ravinteita. Alusveden rautapitoisuus oli kuitenkin lähes kaksinkertainen päälysveden arvoon verrattuna. Avovesikauden päälysveden kokonaisfosforipitoisuus oli pieni, se vaihteli 6 ja 9 µg l⁻¹ välillä ja kokonaistyppipitoisuus vastaavasti 470 ja 540 µg l⁻¹ välillä. Myös klorofyllipitoisuus oli melko alhainen. Pusonjärvi luokitellaan vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa erinomaiseen luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuuden perusteella.

3.3.1.3

Kansalaiskysely

Pusonjärven kansalaiskyselyn vastausprosentti oli korkea 52 %. Vastaajista miehiä oli 8 ja naisia 6. Ikä painottui 50-70-vuotiaisiin.

Järven käyttö. Kyselyyn vastanneet liikkuvat Pusonjärvellä joko säännöllisesti tai satunnaisesti. Järvellä uidaan ja kalastetaan, oleskellaan vapaa-ajanasunnolla ja vettä käytetään mm. saunavetenä. Enemmistön mielestä Pusonjärvestä on hyötyä sekä järven lähiasukkaille että laajemmalla alueella asuville ihmisille. Kolmanneksen mielestä virkistysellinen hyöty ulottuu myös matkailuun. Tärkeimpiä tekijöitä virkistyskäytön kannalta ovat veden laatu ja kalasto. Hieman yli puolet vastaajista on vesialueen omistajina järven osakaskunnassa. Muutamat vastaajista olisivat halukkaita osallistumaan järjestäytyneeseen toimintaan järven hyväksi, mikäli sellaista olisi.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Pusonjärven tilaa pidettiin joko hyvänä tai välttävänä ja sen arvioitiin pysyneen ennallaan. Vain muutamat ilmoittivat tilan huonontuneen, minkä arveltiin tapahtuneen viimeisen 10-20 vuoden aikana. Metsätalouden katsottiin olevan eniten järven tilaa huonontanut tekijä. Pahimmat ongelmat olivat vastaajien mielestä kalaston rakenne, verkkojen limoittuminen ja maalta tulevan kiintoaineen lisääntyminen rannoilla. Järven tilalla katsottiin olevan myös taloudellista merkitystä.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kiinnostus kunnostustoimintaan. Enemmistön mielestä Pusonjärvi tarvitsee mahdollisesti kunnostustoimenpiteitä. Soveltuviksi toimenpiteiksi mainittiin kalojen istutus, hoitokalastus ja ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ensisijainen toimintavastuu tulisi vastausten mukaan olla valtiolla ja kunnalla, joiden tulisi vastata myös kustannuksista. Vastaajista puolet on kuitenkin mahdollisesti valmiita osallistumaan kunnostuksista aiheutuviin kustan-

Järveä koskevan tiedon saaminen. Kyselyyn vastanneet halusivat saada tietoa erityisesti kunnostusmenetelmistä ja kunnostuksesta yleensä, ongelmien seurauksista sekä kunnostushankkeista ja niiden käynnistämisestä. Tiedonlähteinä voisivat olla tiedotteet ja kirjeet sekä sanomalehdet. Luotettavimmaksi tiedonlähteeksi mainittiin tutkijat ja viranomaiset.

Kunnostustarve ja suositukset

Ekologisen ja vedenlaatuun perustuvan tilaselvityksen mukaan Pusonjärvi on hyvässä, lähes erinomaisessa kunnossa. Järvessä on jonkin verran pohjanläheisen kerroksen hapettomuutta, mutta se ei ole näyttänyt aiheuttavan ravinteiden vapautumista. Järven valuma-alueen lähinnä metsätaloustoimenpiteistä johtuva ravinnekuormitus on pienimpiä hankejärvistä ja ojituksia on valuma-alueella kohtuullisesti verrattuna muihin hankejärviin. Valuma-alueen turvemaasuus on pienehkö ja järvisyys kohtuullinen, mitkä vähentävät valuma-alueelta tulevaa (orgaanista) kuormitusta. Pitkä viipymä hidastaa ravinteiden pääsyä järveen.

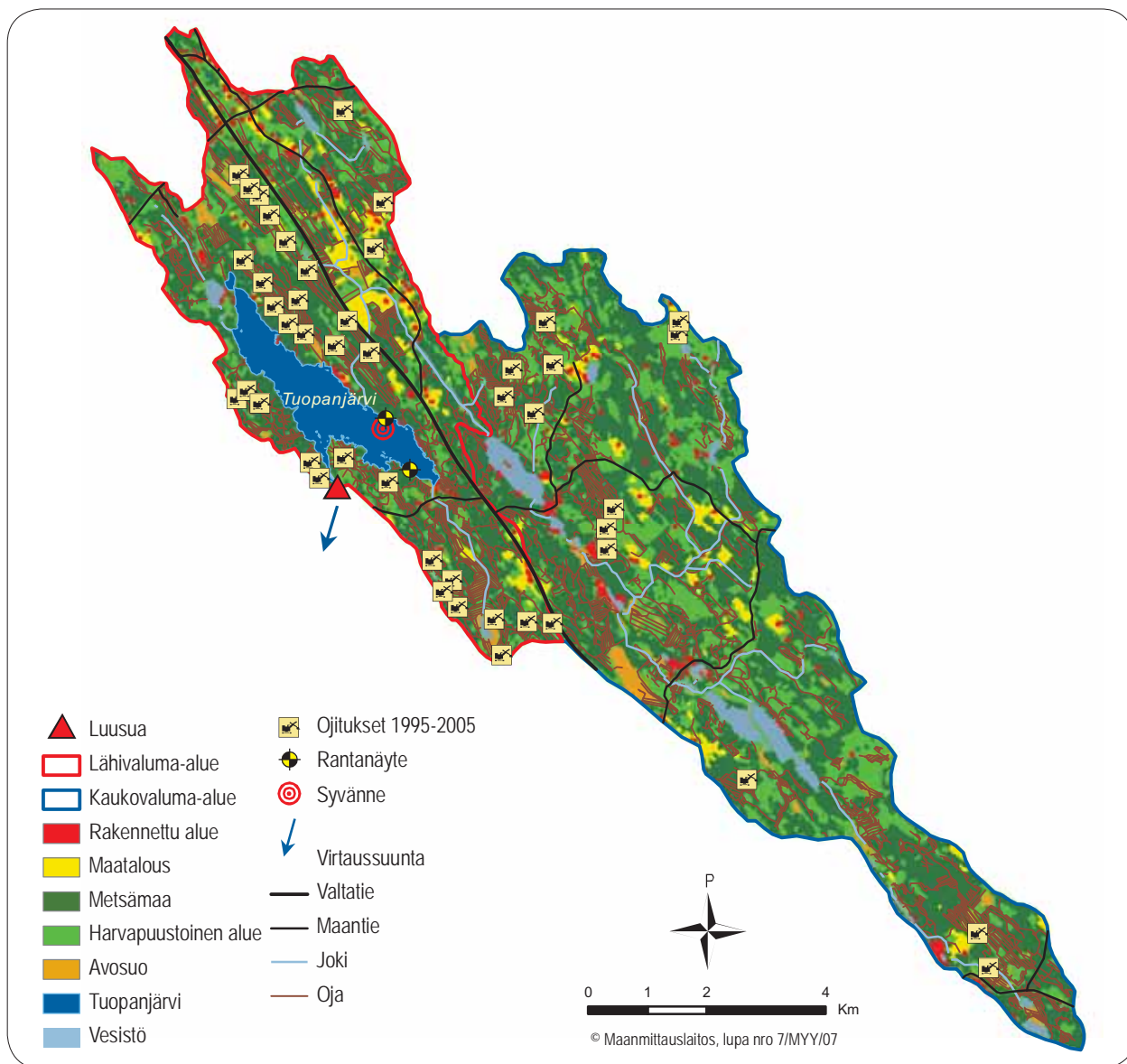
Pusonjärven valuma-alueelta laskee Pusonjärveen karttatarkastelun perusteella jokia ja puroja yhteensä 13. Purot luetteluna myötäpäivään alkaen pohjoisimmasta: Iso Torvilammesta laskeva puro, Raatolammesta laskeva puro, Mustalammesta laskeva puro, Pumupuro (laskee suuren suoalueen läpi) ja Ahvenlammesta tuleva puro.

Pusonjärven valuma-alueella on useita puroja, jotka mahdollisesti sopisivat purokunnostuskohteiksi. Purokunnostustoimenpiteitä tulisi tehdä aiemmin luetelluille puroille tapauskohtaisesti. Ainoastaan merkittävimmät kohteet tulisi kunnostaa. Pumupuro on purokunnostuskohteista tärkeimpiä, koska se kerää vedet laajalta alueelta alkaen pohjoispäästä, kiemurrellen useiden suoalueiden läpi ja laskee Pusonjärven eteläpäähän. Pumupuron varrelle tehtävillä vesiensuojelutoimenpiteillä voitaisiin mahdollisesti saada merkittävästi vähennettyä Pusonjärven kuormitusta. Muita purokohteita voisivat olla Ahvenlammesta saapuva puro, Ala-Pumulammesta saapuva puro sekä Iso Torvilammesta alkunsa saava puro. Purokunnostukset, kuten muutkin vesiensuojelutoimenpiteet, vaativat ennen toteutusta huolellisen maastotarkastelun ja suunnittelun.

Tuopanjärvi

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Tuopanjärvellä on 4 286 ha suuruinen kaukovaluma-alue, jonka järvisyys on 6 %. Turvemaata siitä on 22 %, metsää 91 % ja maatalousaluetta 4 %. Kaukovaluma-alueella sijaitsee noin 100 vakituista



Kuva 4. Tuopanjärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1995-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) sekä syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).

asuinsijaa, joissa asuu parisataa henkeä. Kesämökkejä on 51.

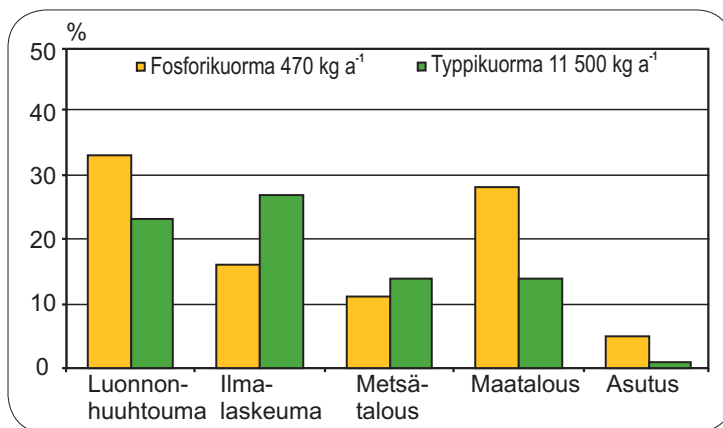
Valuma-alueen kallioperästä 96 % koostuu kiilleliuskeesta, mustaliuskeesta, konglomeraatista ja arkosiitista. Kvartsiittia, arkosiittia ja kiilleliusketta on 4 %. Lähivaluma-alueen vedenottoa varten tärkeitä I luokan alueita on 318,5 ha (Niittylammenkangas, Harisärkkä) ja II luokan pohjavesialueita 77,4 ha (Tuopankangas). Suojelualueita ei ole.

Tuopanjärven lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 470 kg, 0,15 kg ha⁻¹, kuva 5. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on noin 49 %, metsätaloustoimien 11 % ja maatalouden 28 %. Vuotuinen typpekuormitus on 11 500 kg, 4 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 50 % ja metsätaloustoimien 14 % ja maatalouden 14 %.

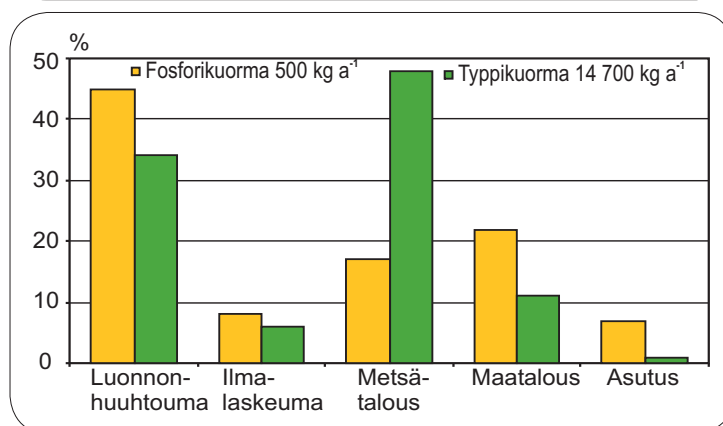
Tuopanjärven kaukovaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 500 kg, 0,12 kg ha⁻¹, kuva 6. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman yhteenlaskettu osuus on noin 53 %, metsätaloustoimien 17 % ja maatalouden 22 %. Vuotuinen typpekuormitus on 14 700 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 40 %, metsätaloustoimien 48 % ja maatalouden 11 %.

Tuopanjärven lähivaluma-alueen ojitusintensiteetti on 93 ojimetriä ha⁻¹ ja kaukovaluma-alueen 73 ojimetriä ha⁻¹. Viimeisen 10 vuoden aikana on kunnostusojitusilmoituksia annettu lähivaluma-alueelle 67 253 ojimetriä 230 ha alalle ja kaukovaluma-alueelle 33 703 ojimetriä 127 ha alalle. Lähivaluma-alueelta kunnostusojituksista johtunut ravinnekuormitus on ollut noin 14 kg fosforia ja

Kuva 5. Tuopanjärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 6. Tuopanjärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



300 kg typpeä vuonna 2004. Kaukovaluma-alueen vastaavat luvut ovat 9 kg fosforia ja 216 kg typpeä. Harvapuustoisia alueita, jotka ovat mahdollisia hakkuualueita, on maa-alasta 31 %.

3.3.2.2

Ekologinen tila

Tuopanjärvi kuului hankkeessa tutkituimpiin järviin. Järven ekologista tilaa arvioitiin kaikkien neljän biologisen muuttujan avulla. Kasviplanktonnäytteenotto tehtiin vuoden 2005 kesällä 2-3 viikon välein. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla.

Kasviplankton. Tuopanjärven kasviplanktonin biomassa vaihteli 0,12 ja 2,34 mg l⁻¹ välillä ollen keskimäärin 1,09 mg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassa oli korkeimmillaan keskikesällä ja pienin heti avovesikauden alussa toukokuussa. Klorofyllipitoisuus vaihteli vastaavasti 5,3 ja 18,0 µg l⁻¹ välillä ollen keskimäärin 12,5 µg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassan ja myös veden klorofyllipitoisuuden vaihtelu oli huomattavaa avovesikaudella 2005. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi on Heinosen (1980) luokituksessa mesotrofinen, lievästi rehevä järvi.

Tuopanjärven kasviplanktonlajistossa esiintyi monia reheville järville tyypillisiä lajeja. Kaikkien näytteenottojen aikana näytteistä löydettiin myös jonkin verran sinileviä, mutta niiden määrä oli

yleensä melko pieni. Syksyllä kuitenkin sinilevien osuus kasvoi. Chroococcales levien (*Woroncinia naegelia*, *Merismopedia warmingiana* ja *Snowella* spp.) lisäksi tavattiin rihmamaista *Planktothrix agardhii* (Oscillatoriales) sinilevää, jonka osuus oli 16 % kokonaisbiomassasta. Rihmamaisten sinilevien esiintyminen kertoo kuormituksesta. Kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllin perusteella Tuopanjärvi voidaan luokitella erinomaiseksi tai tyydyttäväksi.

Pohjaeläimet. Tuopanjärven pohjaeläinanalyysin mukaan järvi on välttävissä kunnossa ja lajisto ilmentää korkeita ravinnepitoisuuksia. Näytteenottohetkellä pohja kärsi lisäksi hapettomuudesta, joten pohjaeläinten määrä oli vähäinen. Vesipuitte-direktiivin mukaista luokittelua ei voitu laskea, koska pohjanlaatuindeksiin tarvittavia indikaattorilajeja ei näytteissä ollut.

Vesikasvillisuus. Tuopanjärven ranta-alueet ovat melko loivia hiekka- ja kivikkorantoja. Paikoin kasvaa tiheästi järvikaislaa. Pohjalehtisistä esiintyy vain nuottaruohoa. Vesikasvien perusteella Tuopanjärvi kuuluu luokkaan hyvä.

Kalasto. Tuopanjärveen on istutettu lähinnä planktonsiikaa ja muutaman kerran kuhaa. Kalaosakaskunnalle tehdyn kyselyn mukaan istutukset ovat onnistuneet kohtalaisen hyvin. Petokaloista haukikanta lisääntyy hyvin, kuhasta ei ole tietoa. Tuopanjärvessä on ollut rapurutto, minkä jälkeen

rapukanta on ollut heikko. Yleisen arvion mukaan kalakanta on kohtuullinen, mutta järvi muuten on kohtalaisessa kunnossa; lähinnä sitä vaivaa valumavesien mukana kulkeutuva kiintoaines ja ravinteet. Alueella toimii Ahmovaaran osakaskunta.

Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen tuloksista laskettujen indeksien perusteella Tuopanjärvi on hyvän ja tyydyttävän rajamailla. Vesipuitedirektiivin mukaisen luokittelun mukaan se on hyvässä kunnossa. Tuopanjärven lajien yksilömäärä ja ahvenpetokalojen määrä madaltaa ekologista tilaa.

Sedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Tuopanjärvi on aikaisemmin ollut tummavetinen karuhko järvi. Jossain vaiheessa järvi on muuttunut aikaisempaa kirkasvetisemmäksi. Nokipallosajoituksen mukaan muutos rehevämpään on tapahtunut 1950-luvun jälkeen, mahdollisesti 1960-luvulta lähtien. Sedimenttipatsaan 11,5 cm syvyydessä on sedimentin mineraaliaineksen osuudessa hienoinen nousu, mikä kuvastaa valuma-alueella tehtyjä maankäsittelyjä kuten ojituksia. Osa järveen tulleista valumavesistä on ollut humuspitoisia, tummia ojitusvesiä, mikä piileväälajistossa näkyy hapahkoja ja tummia vesiä suosivien lajien osuuksien kasvuna. Rehevoityminen on jatkunut näihin päiviin asti; pinnimmaisissa näytteissä on lajeja, joiden fosforioptimi on korkea ja jotka menestyvät rehevissä vesistöissä.

Vedenlaatu. Tuopanjärveltä on hajanaisia veden laatutuloksia 1960-luvun lopulta lähtien. Aove-siaikana 2005 vesi oli ruskeaa, sen lämpötila metrin syvyydessä heinäkuun puolivälissä 24,5 °C ja lämpötilan suhteen vesi oli kerrostunut heinäelokuussa (Holopainen ym. 2007). Tuopanjärven happitilanne oli alusvedessä heikoin elokuun alussa, jolloin alusveden ravinnepitoisuuksissa todettiin nousua ja rautapitoisuus kohosi yli kaksinkertaiseksi päällysveteen nähden. Tällöin myös alusveden kemiallinen hapenkulutus ja sähköjohtokyky kohosivat. Tuopanjärven päällysveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus oli 14 µg l⁻¹ ja vastaava kokonaistyyppipitoisuus oli 560 µg l⁻¹. Klorofylli a:n pitoisuus oli elokuun lopussa korkea. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Tuopanjärvi voidaan luokitella hyvään luokkaan näkösyvyyden ja kokonaisfosforin perusteella, klorofyllipitoisuutensa perusteella tyydyttävään luokkaan.

3.3.2.3

Kansalaiskysely

Tuopanjärven kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 46 %. Vastaajista miehiä oli 14 ja naisia 7. Ikä painottui 50-60-vuotiaihin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä lähes säännöllisesti. Suosituimmat käyttömuodot ovat uiminen, kalastus ja oleskelu vapaa-ajan asunnolla. Suurin osa vastaajista ilmoittaa Tuopanjärvestä olevan virkistyksestä hyötyä laajemmin alueen asukkaille, muutamien mielestä myös matkailun kannalta. Tärkeimmät tekijät virkistykseen kannalta ovat veden laatu ja kalasto sekä maisema. Kolmannes vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa. Yhtä moni vastaaja olisi halukas osallistumaan yhdistystoimintaan järven hyväksi, jos sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Yli puolet vastaajista ilmoittaa järven kunnolla olevan taloudellista merkitystä. Järven tila arvioidaan enimmäkseen joko hyväksi tai välttäväksi, vain muutaman mielestä se on huono. Vastaajien mukaan järvi joko on ollut aina tällainen tai sitten se on muuttunut huonompaan, mutta muutosaikankohdalla ei osattu tarkasti määrittää. Metsätalouden katsotaan vaikuttaneen eniten järveen. Pahimmat ongelmat Tuopanjärvessä ovat vesikasvien lisääntyminen, verkkojen limoittuminen ja leväkukinnat.

Järven kunnostustarve ja paikallisten asukkaiden kiinnostus kunnostukseen. Vastaajien mielestä järvi tarvitsee luultavasti kunnostustoimenpiteitä. Kolmannes vastaajista ei osaa arvioida tarvetta. Soveltuviksi toimenpiteiksi mainitaan vesikasvien poisto, kalojen istutus sekä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Suurin osa katsoo vastuun toimista ja niiden rahoituksesta kuuluvan valtiolle. Kolmannes vastasi vastuun kuuluvan myös kunnalle ja ranta- tai vesialueen omistajille. Puolet vastaajista on mahdollisesti valmiita itse osallistumaan kunnostuksesta aiheutuviin kustannuksiin. Suurimmaksi esteeksi toimille mainitaan tiedon, vaikutusmahdollisuuksien ja varojen puute.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Järveä koskevaa tietoa on saatu ensisijaisesti sanomalehdistä ja tuttavilta. Lisätietoa haluttaisiin kunnostusmenetelmistä, vesistöjen ongelmien aiheuttajista ja onnistuneista kunnostuksista. Tietoa voitaisiin välittää sanomalehtien sekä tiedotteiden ja kirjeiden muodossa. Luotettavimmiksi tiedonlähteiksi mainittiin tutkijat ja paikalliset asukkaat.

Järven kunnostustarve ja suositukset

Tuopanjärven kansalaiskyselyn mukaan järven tila on keskimäärin hyvä, mutta hieman huonontunut. Muutosten tapahtumisajankohta ilmoitettiin vaihtelevasti ja selkeätä mielipidettä ajankohdasta ei ole. Metsätalouden arveltiin olevan suurin järven tilaa muuttanut tekijä.

Ekologisen selvityksen ja veden laadun perusteella Tuopanjärven ravinnetaso on noussut. Vesikasvillisuuden mukaan järvi on karuhko, mutta kasviplanktonin, pohjaeläinten sekä sedimentin piilevien perusteella järven ravinnetaso on muuttunut. Selviä ongelmia Tuopanjärvellä ovat leväkuennot, verkkojen limoittuminen ja kasvillisuuden runsastuminen. Vuoden 2005 kasviplanktonseurannassa esiintyi rihmamaisia sinileviä, mikä on seuraus nousseesta ravinnetasosta. Alusvedessä on usein hapettomuutta, mikä aiheuttaa sisäistä kuormitusta ja vähentää pohjaeläintiheyttä. Kalasto on kunnoltaan hyvä.

Tuopanjärvi on hankkeen pienistä humusjärvistä runsaimmin kuormitettuja. Valuma-alue on raskaasti ojitettu ja kunnostusojituksia on tehty runsaasti. Lähivaluma-alueen turvemaasuus on kohtalaisen suuri. Kaukovaluma-alueen järvisyys on matalahko, mistä johtuen ravinteiden pidätyminen kaukovaluma-alueelle on vähäistä. Kun turvemaasuutta, maankäyttöä tai kuormitusta suhteutetaan järven tilavuuteen, niin kuormitus kasvaa ja on suurempaa kuin karuilla pienillä humusjärvillä. Lisäksi valuma-alueella on melko paljon maataloutta ja haja-asutusta, joista tulevat ravinteet ovat usein liukoissa muodossa, suoraan levien käytettävissä.

Tuopanjärven tilan perusteella järven valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta tulisi vähentää, jotta orgaaninen aines ja ravinteiden kulku järveen saataisiin vähenemään. Alusveden liiallinen orgaaninen aines aiheuttaa siellä hajotessaan hapettomuutta ja siitä seuraten ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä. Tuopanjärven sietokyky kuormitusta vastaan on myös huonohko.

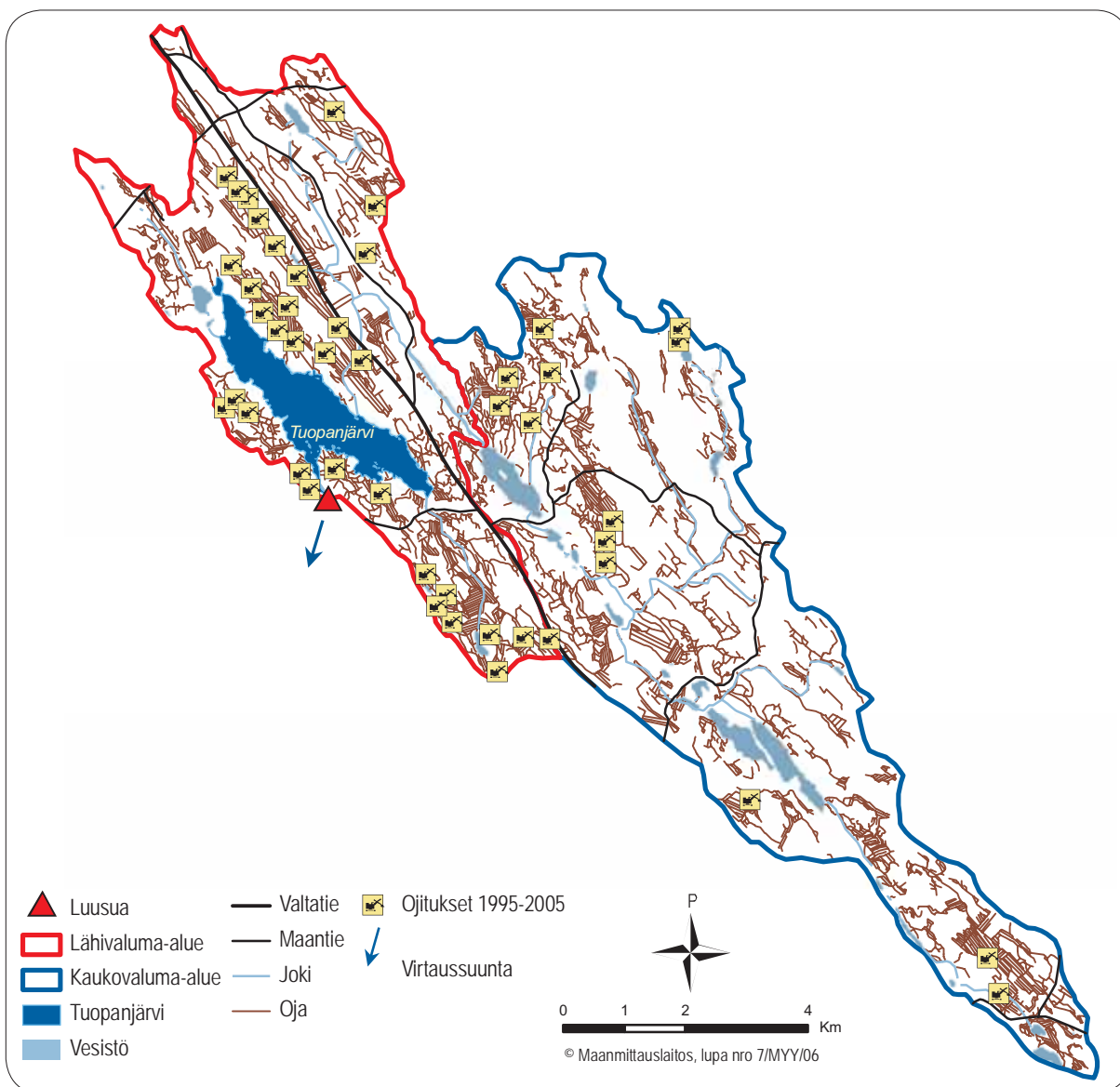
Ulkoisen kuormituksen havaitsee usein järveen tulevien ojien ja purojen edustan rehevöityminenä. Myös veden väri kertoo järveen saapuvan kiintoaineen määrästä. Valuma-alueen kunnostustoimenpiteillä pyritään epäsuorasti vaikuttamaan järven tilaan vähentämällä ulkoista kuormitusta ja pienentämällä etenkin soilta tulevan veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuutta.

Tuopanjärven valuma-alueella on vanhoja ojituksia ja kunnostusojituksia runsaasti, kuva 7. Ojitukset jakautuvat melko tasaisesti koko valuma-alueelle. Talvi- ja Koprasuo ovat intensiivisimmin ojitettuja. Tuopanjärveen laskee kaiken kaikkiaan 54 uomaa. Seuraavassa ovat Tuopanjärven valuma-alueen laskujoet ja -purot lueteltuna myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta:

- Sakastilammesta tulevat vedet, lampi on lähes välittömässä yhteydessä Tuopanjärveen.
- Talvilahteen saapuva valtaoja, tulee Talvisuolta.
- Peukalojoki. Kaukovaluma-alueen valuma-vedet tulevat Peukalojokea pitkin.
- Koprapuro, laskee Koprallammesta Tuopanjärven eteläpäähän.
- Rekilammesta-Multalammesta laskeva uoma.

Rehevää vesikasvillisuutta Tuopanjärvellä.





Kuva 7. Tuopanjärven ojitusalueet ja vuosina 1995-2005 ilmoitetut kunnostusojituskohteet.

Tuopanjärven vesiensuojelussa tulee huomioida etenkin järven tai vesistöjen lähellä sijaitsevat ojitus- ja metsätalousalueet. Rantavyöhykkeen lähistön on suositeltavaa rakentaa pintavalutuskenttiä etenkin suurille ojitetuille soille. Valuma-alueelle soveltuviin vesiensuojelutoimenpiteisiin kuuluu mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, lie-tekuopat sekä purokunnostus. Valuma-alueen kunnostamistoimenpiteillä pyritään epäsuorasti vaikuttamaan järven tilaan vähentämällä ulkoista kuormitusta ja pienentämällä etenkin soilta tulevan veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuutta.

Metsätalouden lisäksi Tuopanjärven valuma-alueella on myös maataloutta kohtalaisen paljon. Maatalouden ja haja-asutuksen vesiensuojelua ohjaavat lait ja säädökset, joiden toteutumista valuma-alueella tulisi seurata.

3.3.3

Uramo

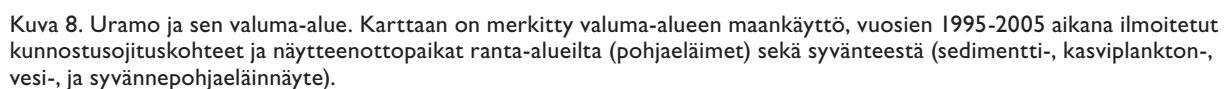
Enon kunnan eteläosassa, Joensuun Kiihtelysvaaran kylän rajan läheisyydessä sijaitseva Uramo on kooltaan noin 326 ha. Uramolla on rantaviivaa yhteensä 21 km ja järvessä on 18 saarta, joista kaksi on yli hehtaarin suuruisia. Syvimmillään järvi on noin 19 m, keskisyvyys on 5,8 m ja viipymä reilun vuoden. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeistuksen mukaan järvi kuuluu pieniin humusvesiin. Alueella toimii Sarvinki-Pirttivaaran kyläyhdistys. Hankkeen aikana Uramolta selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin kalasto, kasviplankton, pohjaeläimistö, sedimentin piilevät ja veden laatu.

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Tässä tutkimuksessa Uramon valuma-alue on rajattu laajemmaksi kuin mitä kolmannen jakovaiheen rajauksessa on ilmoitettu. Kaita-Uramo

Valuma-alueen maaperä koostuu sekakivilajeista; tonaliitti-, trondhjemiitti- ja granodioriitigneissiiä ja migmatiittia on 61 %, leukokraattista graniittia ja granodioriittia on 37 % ja mafista metavulkaanista 3 %. Uramon lähialueella ei sijaitse suojelualueita tai vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita.

Uramon valuma-alueen vuotuinen laskennallinen fosforikuorma on noin 430 kg eli 0,09 kg ha⁻¹, kuva 9. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus siitä on yhteensä 77 %, metsätaloustoimenpi-



teiden 12 % ja maatalouden 8 %. Vuotuinen typpi-kuorma on noin 11 900 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on yhteensä 62 %, metsätaloustoimenpiteiden 34 % ja maatalouden 4 %.

Uramon valuma-alueen ojitussuhteetti on melko matala, 53 ojametriä hehtaaria. Viimeisen 10 vuoden aikana on kunnostusajitusvarauksia annettu 14 019 m, 134 ha alalle. Kunnostusajitusten laskennallinen kuormitus vuodelle 2004 on 8 kg fosforia ja 160 kg typpeä.

3.3.3.2

Ekologinen tila

Uramon ekologista tilaa arvioitiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden ja koekalastuksen perusteella. Veden laadun historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla.

Kasviplankton. Uramon kasviplanktonin biomassa oli 0,34 mg l⁻¹ ja klorofyllipitoisuus 6,4 µg l⁻¹ elokuussa 2005. Kasviplanktonin biomassan perusteella tämä järvi luokitellaan Heinosen (1980) mukaan oligotrofiseksi eli karuksi järveksi. Lajisto koostuu paljolti niukkaravinteisten vesien taksoista. Sinileväbiomassa on pieni ja valtalajina on karuille vesille tyypillinen sinilevä *Merismopedia warmingiana* (Chroococcales). Uramo voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella karuksi ja tilaltaan erinomaiseksi.

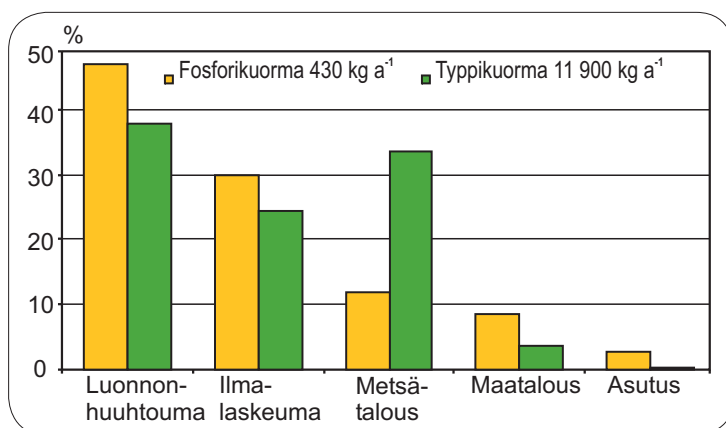
Pohjaeläimet. Pohjaeläimistön perusteella Uramo voidaan luokitella erinomaiseen tilaan. Lajisto koostuu niukkaravinteisten järvien lajeista. Vesipuitedirektiiviä mukailevan luokittelun perusteella Uramo kuuluu erinomaiseen luokkaan.

Vesikasvillisuus. Lähes kaikki tutkitut rannat Uramolla olivat hietta- tai hiekkapohjaisia ja melko loivarantaisia. Vesikasvillisuus oli niukka, mutta pohjalehtisiä oli muihin järviin verrattuna runsaasti. Vesikasvillisuuden mukaan Uramo kuuluu luokkaan erinomainen – hyvä.

Kalasto. TE-keskuksen rekisterien mukaan Uramoon on istutettu siikaa, järviäimettä ja kuhaa sekä muutaman kerran harjasta ja kirjolohta. Kalasakaskunnille tehdyn kyselyn mukaan istutusten onnistuminen on ollut heikko lähinnä voimakkaan haukikannan takia. Petokalakanta Uramossa on hyvä, mm. kuhaa on hyvin. Rapua esiintyy järveissä jonkin verran. Alueella toimii Löytöjärven, Röksän ja Selkien osakaskunnat. Vesipuitedirektiivin luokituksen mukaan Uramon kalasto on erinomaisessa kunnossa.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Uramon vedenlaadussa ei ole suuria muutoksia tapahtunut, vaan järveä voidaan pitää luonnontilaisena. Lajistossa lisääntyy välillä rehevyyttä ilmentävien lajien osuus, mutta valtalajeina ovat säilyneet karujen vesien lajit.

Vedenlaatu. Uramosta on otettu vesinäytteitä kertaalleen 1960-luvulla, kerran 1980-luvulla ja kahdesti 1990-luvulla. Vuoden 2005 elokuussa Uramon vesi oli tummaa ja päällysveden lämpötila 20,2 °C. Järvi oli lämpötilan suhteen kerrostunut. Hapittilanne oli tyydyttävä, alusvedessä oli jonkin verran hapen vajausta. Vajauksesta huolimatta ei havaittu ravinteiden liukenemista sedimentistä alusveteen, joskin rautapitoisuus oli päällysvettä huomattavasti korkeampi. Päällysveden kokonaisfosfori- ja typpipitoisuus olivat melko alhaisia. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Uramo luokitellaan hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.



Kuva 9. Uramon lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Uramon kivikkoista rantaa.

3.3.3.3

Kansalaiskysely

Uramon kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 32. Vastaajista miehiä oli 8 ja naisia 2. Ikä painottui 60-70-vuotiaisiin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai järven ympäristössä säännöllisesti. Enemmistö kalastaa, ui ja/tai viettää aikaa vapaa-ajanasunnolla. Valtaosan mielestä järvestä on virkistyksestä hyötyä enimmäkseen yksittäisille asukkaille. Tärkeimmät ominaisuudet virkistyskäytön kannalta ovat veden laatu ja kalasto sekä maisema. Vain muutamat vastaajat ovat mukana järven osakaskunnassa, mutta yli puolet vastaajista olisi halukkaita toimimaan järven hyväksi, mikäli sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilan arveltiin olevan kohtalainen eikä se ole juurikaan muuttunut. Mahdollisten muutosten ajankohdasta ei osattu sanoa, muutaman vastaajan mielestä ne ovat tapahtuneet viimeisen 5-10 vuoden aikana. Metsätalouden ja vapaa-ajanasutuksen arveltiin olevan järven tilaan eniten vaikuttavia tekijöitä. Pahimmat ongelmat järvessä ovat vastaajien mielestä verkkojen limoittuminen, kalaston

rakenne, vesikasvien lisääntyminen sekä muutokset vedenkorkeudessa. Kaikki vastaajat ilmoittivat järven tilalla olevan taloudellista merkitystä.

Järven kunnostustarve ja paikallisten innokkuus kunnostamiseen. Valtaosa katsoi Uramon tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä, joko luultavasti tai ehdottomasti. Sopiviksi toimenpiteiksi mainittiin kalojen istutus ja ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Käytännön kunnostustoimenpiteiden ja niistä aiheutuvien kustannusten kohdentaminen oli hankalaa. Yli puolet vastaajista ilmoitti olevansa mahdollisesti halukkaita osallistumaan kustannuksiin. Kunnostusten suurimpana esteenä pidettiin vaikutusmahdollisuuksien ja varojen puutetta, paikallisten tiedon vähyyttä sekä viranomaisten puuttumattomuutta asiaan.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Puolet vastaajista ei ollut aikaisemmin saanut mistään Uramoa koskevaa tietoa. Vain muutamat vastaajat olivat saneet tuttavilta tietoa järvestä. Lisätietoa haluttaisiin kunnostusmenetelmistä, vesistöjen ongelmien aiheuttajista sekä perustietoa kunnostushankkeista. Mahdollisina tiedon lähteinä vastaajat ilmoittivat tiedotteet, kirjeet sekä sähköpostin. Luotettavimpina tiedon lähteinä mainittiin tutkijat ja paikalliset asukkaat.

Järven kunnostustarve ja suositukset

Uramo on aktiivisessa virkistyskäytössä. Järven tilalla on sekä taloudellista että virkistyskäytöllä merkitystä. Kansalaiskyselyn vastaajat arvioivat järven tilan olevan kohtalainen, joskin se on kenties hieman huonontunut. Paikalliset asukkaat ja kesämökkiläiset ovat ilmoittaneet ojasuiden liettyimisestä, verkkojen limoittumisesta ja kasvillisuuden runsastumisesta.

Ekologisten selvitysten ja vedenlaadun perusteella Uramo on hyvässä-erinomaisessa kunnossa. Järvi on karu, mikä tulee esille niukkana kasvillisuutena ja vähäisenä kasviplanktonin määränä. Järveen kohdistuva kuormitus on vähäistä ja ojituksia on valuma-alueella tehty kohtuullisesti. Alusveden kerrostuneisuuden aikainen happitilanne on ollut tyydyttävä, eikä ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä ei ole ilmennyt. Valuma-alueen turvemaasuus on pieni, järvisyys kohtuullisen suuri ja järven viipymä melko pitkä, mitkä vähentävät ja hidastavat valuma-alueelta järveen kohdistuvaa kuormitusta.

Uramon valuma-alue on hyvin monipuolinen ja luonnoltaan rikas ja vaihteleva. Valuma-alueella on useita lampia. Itse Uramo on puolestaan hyvinkin erämainen, vaikka sijaitsee melko lähellä Heinävaaran kylää ja Joensuun kaupunkia. Uramo ei maastotarkastelujen ja ekologisten selvitysten perusteella tarvitse kunnostusta, mutta olisi suotavaa, että sen erämainen luonne saataisiin säilymään. Tulevaisuutta silmällä pitäen tuleekin valuma-alueella toiminnat tehdä siten, että vesiensuojelusta huolehditaan.

Valuma-alueen maankäyttö perustuu enimmäkseen metsätalouteen. Lähes koko turvemaatala on ojitettu. Järven ranta-alueella ei ole suuria suo-alueita. Suohumukset ja ravinteet tulevat järveen puroja pitkin. Kyseisen kaltainen kuormitus on parhaiten ja helpoiten vähennettävissä monilla pienimuotoisilla vesiensuojelutoimenpiteillä, jolloin tulisi tarkastella etenkin puroumien ja ojistusten liittymäkohtia. Uramoon laskee yhteensä 43 uomaa, joista jokia ja puroja ovat:

- Hiiretynpuro Hiiretynjärvestä
- Kekkolanlahteen laskeva Mustapuron ja Pirttipuron yhdistymä
- Kortelammesta laskeva puro
- Umpilammesta alkunsa saava Uramonsalmeen laskeva pieni puro

Purokunnostustoimenpiteitä voi harkita Pirttipuron ja Mustapuron kohdalla, jos purot eivät ole luonnontilassa. Mahdollisesti myös Syvänlammin-

puro ja Umpilammesta lähtevästä purosta löytyisi kunnostuskohteita. Purokunnostuskohteita mietittäessä on hyvä muistaa, että lähinnä merkittävimmät kohteet tulee kunnostaa. Purokunnostukset, kuten muutkin vesiensuojelutoimenpiteet, vaativat huolellisen maastotarkastelun ja –suunnittelun ennen toteuttamista.

3.3.4

Halijärvi

Juuan kunnan eteläosissa, Sivakkovaaraan johtavan tien välittömässä läheisyydessä sijaitseva Halijärvi on kooltaan 234 ha ja sillä on rantaviivaa miltei 15 km. Järven syvin kohta on 21 m, keskisyvyyden ollessa 5,8 m. Järven länsirannan luusuasta saa alkunsa Myllypuro, joka johtaa vedet lyhyen matkan päässä Louhijokeen ja edelleen Saarvanjokeen yhtyen lopulta Vaikkajokeen. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeistuksen mukaan Halijärvi luetaan pieniin humusjärviin. Alueella toimii Halivaaran kylätoimikunta. Hankkeen yhteydessä selvitettiin järven valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin järven pohjaeläimistö, kasviplankton, piileväst ja veden laatu.

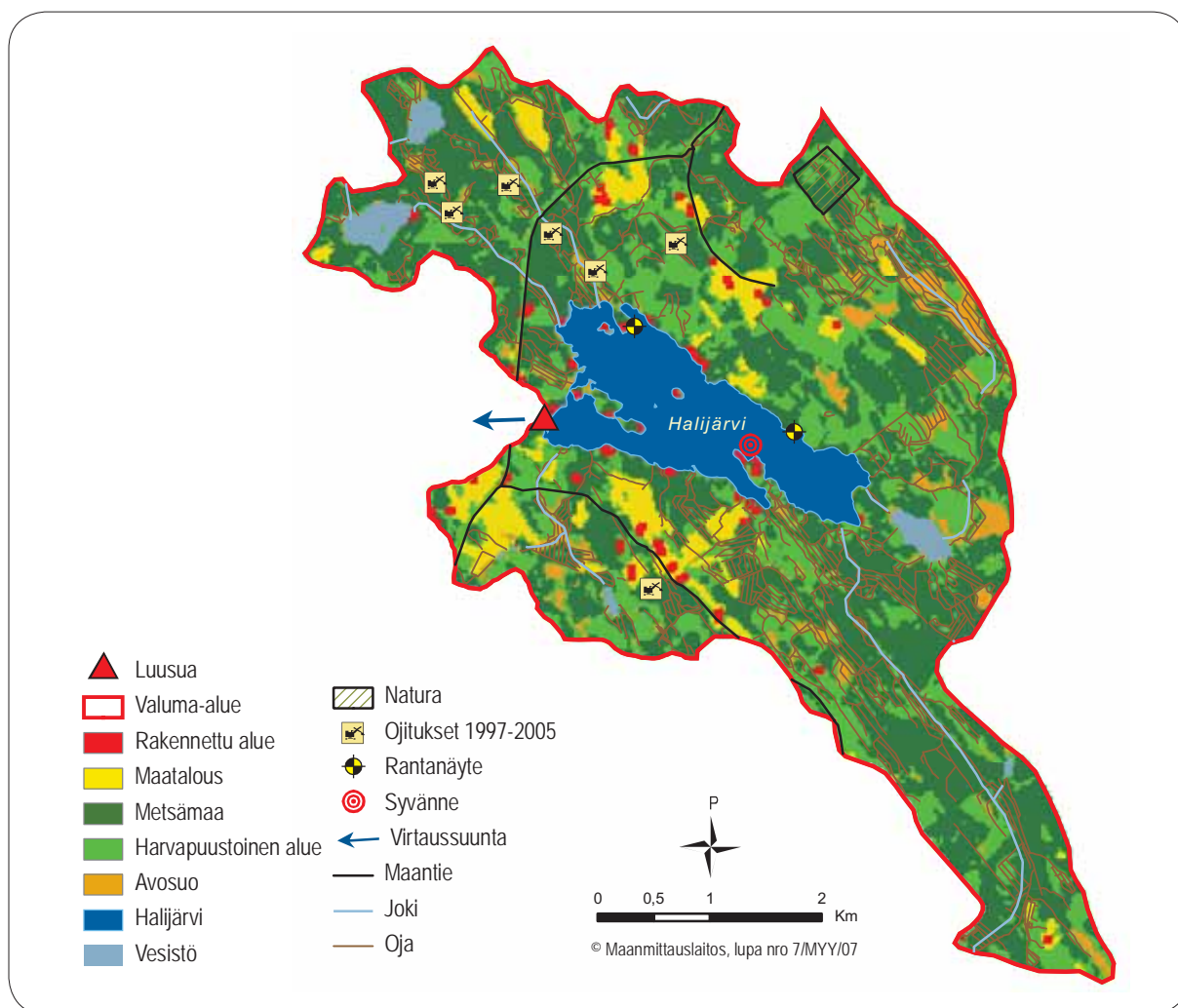
3.3.4.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, suojelu- ja pohjavesialueet sekä kuormitus

Halijärvi on latvajärvi, jonka n. 2 600 ha suuruisen valuma-alueen järvisyys on 11 %. Maastoltaan se on kumpuilevaa ja suurelta osin metsien peitossa, kuva 10. Maa-alasta on turvemaita 27 %, metsiä 82 %, maatalousmaita hieman yli 7 % ja avosoita 6 %. Valuma-alueella sijaitsee noin 15 vakituista asuinpaikkaa, joissa asuu noin 40 henkilöä. Kesämökkejä on 24.

Valtaosa, 92 %, valuma-alueen maaperästä on kvartsiittia. Vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita ei ole. Vanhojen metsien suojeluohjelmaan kuuluu hieman yli 18 ha, joka on myös Natura-alue.

Halijärven vuotuinen fosforikuormitus on noin 390 kg, 0,15 kg ha⁻¹ ja typpeikuormitus noin 10 800 kg, 4 kg ha⁻¹, kuva 11. Fosforikuormituksesta suurin osa tulee luonnonhuuhtoumana sekä ilmalaskeumana, yhteensä 52 %. Maatalouden osuus on 35 %, metsätaloustoimenpiteiden 10 % ja yhdyskuntien 3 %. Typpeikuormituksesta suurin osa tulee metsätaloustoimenpiteistä, 40 %, ja maataloudesta 21 %. Yhdyskuntaperäinen typpeikuormitus on alle yhden prosentin.



Kuva 10. Halijärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1997-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).

Halijärven valuma-alueen ojitussuhteetti on 81 ojametriä ha⁻¹. Kunnostusojituksia on ilmoitettu viimeisen 10 vuoden ajalle noin 6 800 ojametriä 25 ha alueelle painottuen vuoden 2004 jälkeen. Ojituksen aiheuttama laskennallinen fosforikuormitus vuodella 2004 on 23 kg ha⁻¹ ja typpikuormitus 47 kg ha⁻¹.

3.3.4.2

Ekologinen tila

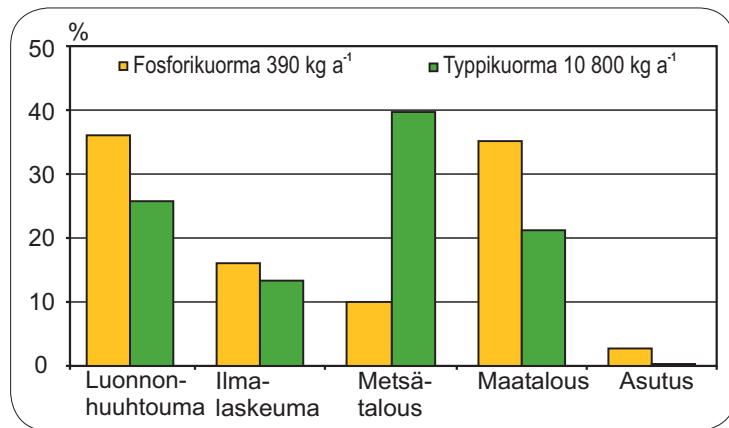
Halijärven ekologista tilaa arvioitiin hankkeen aikana pohjaeläimistön ja kasviplanktonin avulla. Veden laadun historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla. Halijärvestä ei tehty vesikasvikartoitusta eikä koekalastusta.

Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Halijärven kasviplanktonin biomassassa oli 0,51 mg l⁻¹ ja klorofyllipitoisuus melko korkea 11,0 µg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi luokitellaan

mesotrofiseksi, lievästi reheväksi järveksi (Heinonen 1980). Lajistossa esiintyi suhteellisen paljon rehevien vesien lajeja. Sinilevien osuus kokonaisbiomassasta oli melko korkea ja lajisto runsas. Halijärven tavattiin myös rihmamaista *Planktothrix agardhii* (Oscillatoriales) sinilevää, jota esiintyi tämän järven lisäksi ainoastaan Tuopanjärvessä. Rihmamaisten sinilevän esiintyminen, vaikkakin vähäisissä määrin, viittaa järveen kohdistuvaan ravinnekuormitukseen. Vesipuitelidirektiivin mukaisen kasviplanktonin perustuvan ekologisen luokittelun mukaan Halijärvi kuuluu hyvään-erinomaiseen luokkaan.

Pohjaeläimet. Hankkeen yhteydessä tehdyn syvännepohjaeläinanalyyysin mukaan Halijärvi on erinomaisessa – hyvässä kunnossa. Jonkin verran lajistossa esiintyy lievää kuormitusta ilmentäviä lajeja. Vesipuitelidirektiivin ohjeistusta mukailevan luokituksen mukaan Halijärvi on hyvässä kunnossa.

Kuva 11. Halijärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kalasto. Halijärveen on istutettu siikaa ja kuhaa 1980-, 1990- ja 2000-luvulla sekä järvitaimenta ja lahnaa vuosina 2000-2005. Kalaosakaskunnalle tehdyn kyselyn mukaan istutukset ovat onnistuneet hyvin. Arvokalatilanne on hyvä, joskin hauen kanta on päässyt kasvamaan liian suureksi ja hauen pyyntiä pitäisikin siksi tehostaa. Lahna-istutukset eivät ole olleet kannattavia, sillä pieniä lahnoja esiintyy jo liikaakin järvessä. Ahventa on paljon, mutta kooltaan se on pientä. Järvessä on myös rapuja. Alueella toimii Halivaaran kalaveden osakaskunta. Hankkeen yhteydessä ei Halijärveä koekalastettu.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Halijärven nuorimpien kerrosten piilevälajit ilmentävät hienoista ravinne- ja happamuustason nousua. Hehkutuskevennyksen lasku kertoo kivennäismaan lisääntymisestä sedimentissä, mikä usein johtuu valuma-alueella tehdyistä kivennäismaahan asti ulottuvista toimenpiteistä. Hehkutuskevennys- ja lajistomuutos ovat peräkkäisiä, mistä voidaan päätellä, että valuma-alueella tehdyt toimenpiteet ovat aiheuttaneet järvessä ravinnetasen nousun. Sedimenttipatsaassa on nähtävissä humusvesille tyypillisiä lajeja runsaina koko patsaan matkalla.

Vedenlaatu. Halijärveltä on vedenlaatutuloksia hyvin hajanaisesti 1970-luvulta 2000-luvulle. Hankkeen aikana järvestä otettiin vesinäytteet syksyllä 2004 sekä loppukesällä 2005 ja 2006. Vuoden 2005 elokuussa vesi oli varsin ruskeaa, väriluku oli 110 mg Pt l⁻¹ ja järvi lämpötilan suhteen kerrostunut. Päälysveden happitilanne oli hyvä, mutta viiden metrin syvyydestä lähtien todettiin hapen kulumista ja alusvedessä oli happea enää melko vähän. Alusvedessä ei ollut hapen kulumisesta huolimatta fosforipitoisuuksien nousua, mutta typpi- sekä rautapitoisuudet olivat kohonneet 2,5-kertaiseksi päälysveteen nähden.

Halijärven päälysveden ravinnepitoisuudet olivat mesotrofiselle, lievästi rehevälle järvelle tyypillisiä. Kohonnut klorofyllipitoisuus viittasi

rehevöitymiseen. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Halijärvi voidaan luokitella hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.4.3

Kansalaiskysely

Halijärvelle lähetetyn kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 39 %. Vastaajista miehiä oli 10 ja naisia 6. Vastaajien ikä jakaantui melko tasaisesti, eniten vastaajia oli ikäluokasta 50-60.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä enimmäkseen satunnaisesti. Järvellä tai sen rannoilla vietetään vapaa-aikaa, uidaan tai kalastetaan. Osa käyttää vettä kasteluun tai saunavedeksi. Lisäksi maisemalliset arvot koetaan tärkeinä. Vastaajien mielestä järvestä on hyötyä virkistyskäytön kannalta lähinnä yksittäisille asukkaille ja jonkin verran myös muille, mutta matkailun hyöty on vähäistä. Virkistyskäytön kannalta veden laatu ja kalasto nousevat arvostetuimmiksi tekijöiksi maiseman ja rantakasvillisuuden ohella. Valtaosa vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa. Suurin osa on halukas toimimaan järven hyväksi ja kokee järvestä olevan taloudellista hyötyä.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järvellä ja sen tilalla on paljon merkitystä alueen asukkaille. Seitsemän vastaajan mielestä järven tila on välttävä, yhdeksän vastaajan mielestä se on hyvä ja neljän vastaajan mielestä ongelmia ei ole. Kymmenen vastaajan mielestä järven tila on pysynyt ennallaan, kun taas kuuden vastaajan mielestä järven tila on huonontunut. Suurimmaksi osin muutosten katsotaan tapahtuneen joko 5-10 tai 10-20 vuoden aikana. Pahimmat ongelmat ovat verkkojen limoittuminen, vedenkorkeuden muutokset, liettyminen ja kalaston rakenne. Metsätalouden arveltiin olevan eniten muutoksia aiheuttanut tekijä, muina mainittiin ilmalaskeuma, maatalous ja vapaa-ajanasutus.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kunnostushalukkuus. Puolet kyselyyn vastanneista ilmoittaa järven tarvitsevan kunnostusta, kun taas kolmannes vastaa järven tulevan toimeen ilman toimenpiteitä. Ulkoisen kuormituksen vähentämisen ja kalojen istuttamisen katsottiin olevan sopivimmat kunnostusmuodot. Muutaman vastaajan mielestä rantoja tulisi ruopata ja vesikasveja poistaa. Ulkopuolisena menetelmänä tuli myös vedenpinnankorkeuden vakioiminen.

Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että vastuu kunnostamisesta ja kuluista kuuluu valtiolle sekä ranta- ja vesialueiden omistajille. Vain muutamat ilmoittivat vastuun kuuluvan joko kunnalle tai paikalliselle yhdistykselle. Muutama vastasi olevansa valmis osallistumaan kustannuksiin ja puolet ilmoitti mahdollisesti olevansa valmiita osallistumaan. Kolmannes vastaajista ei halua osallistua kulujen kustantamiseen. Lisäksi katsottiin, että luonto pystyy hoitamaan itse itsensä. Kunnostusestoina mainittiin osallistumiskanavan puuttuminen, varojen puute sekä erimielisyys tavoitteista.

Tiedon saanti. Suurin osa vastaajista saa tietonsa tuttavilta ja havainnoimalla itse järveä. Kolmannes vastaajista ei saa järveä koskevaa tietoa mistään. Kunnostuksia koskevista asioista haluttaisiin lisää tietoa etenkin vesistöjen ongelmien aiheuttajista, hankkeiden käynnistämisestä, tehdyistä hankkeista sekä kunnostusmenetelmistä. Tietonsa vastaajat haluaisivat saada sanomalehtien sekä tiedotteiden ja kirjeiden kautta. Luotettavimmiksi lähteiksi mainittiin tutkijat ja paikalliset asukkaat.

3.3.4.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Kansalaiskyselyn perusteella Halijärven lähiasukkailla on mielenkiintoa järveä ja sen tilaa sekä siihen vaikuttamista kohtaan. Suurimmalla osalla vastaajista on kokemuksia ja muistoja järven tilasta pitkältä ajanjaksolta. Paikallisten asukkaiden mielestä järven tila ja sen veden laatu ovat kohtalaisia, ehkä hieman huonontuneita. Metsätalouden arveltiin kuormittavan järveä eniten. Vastausten perusteella järvi tarvitsee joitain kunnostustoimenpiteitä, tai ainakin ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Vastaajat olisivat myös innostuneita osallistumaan kunnostustalkoisiin ja mahdollisesti toimenpiteistä aiheutuviin kustannuksiin.

Ekologisen selvityksen ja veden laadun mukaan Halijärvi on kohtuullisen hyvässä kunnossa. Veden laadussa kuin myös kasviplanktonlajistossa ja sedimentin piilevänäytteissä on kuitenkin nähtävissä ravinnetason nousua, alkavaa rehevöitymistä. Pohjaeläimistön perusteella järven kunto on hyvä. Alusvedessä on jonkin verran ollut hapettomuutta, mikä näkyy alusveden kohonneina typpi- ja rautapitoisuuksina.

Halijärven valuma-alueen turvemaanosuus on kohtuullisen suuri. Ojitusintensiteetti suhteessa järven tilavuuteen on melko suuri verrattuna muihin pieniin humusjärviin. Kunnostusojitusten osuus sen sijaan on pieni, mutta ne sijoittuvat melko lähelle ranta-alueita. Laskennallinen fosforikuorma on suurehko. Valuma-alueen järvisyys on suuri, mikä pidättää osan valuma-alueen kuormasta.



Halijärven rantamaisemaa.

Halijärvi on tällä hetkellä kohtuullisen hyvässä kunnossa, mutta ravinnetason nousun johdosta, tulisi valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta vähentää. Ravinnekuorma on peräisin pääasiallisesti metsätaloudesta, mutta myös maataloudesta.

Halijärveen laskevia oja ja puroja on yhteensä 40. Valuma-alueen merkittävimmät (suurimmat) purot lueteltuina myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta.

- Nälköpuro, joka saa alkunsa Nälkölammesta. Puro muuttuu Venejoeksi, joka laskee järveen.
- Lehtolammesta lähtevä puro.
- Kinnulanpuro, joka laskee Kinnulanlahteen.
- Myhkyripuro, saa alkunsa pienestä Mato-lammesta.
- Louhipuro, joka saa alkunsa Pahalammesta ja mahdollisesti myös Pahkalammesta.
- Saaripuro, joka saa alkunsa Saarilammesta.

Halijärven valuma-alueelle soveltuviin vesien-suojelutoimenpiteisiin kuuluu mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, lietekuopat sekä purokunnostus. Kartan mukaan vanhoja ojituksia ja kunnostusojituksia ei ole kovin paljon; viimeaikaiset kunnostusojitukset keskittyvät järven pohjoisosiin. Sen sijaan harvapuustoisia alueita, jotka ovat mahdollisia hakkuualueita, on melko paljon järven ympäristössä. Halijärven valuma-alueella on myös maataloutta. Sen ja haja-asutuksen vesiensuojelua ohjaavat lait ja säädökset, joiden toteutumista valuma-alueella tulisi seurata.

3.3.5

Keskijärvi

Joensuun keskustasta itään noin 30 km sijaitsevan Keskijärven vesiala on 212 ha ja rantaviiva 9 km. Keskijärven syvin kohta on 14 m ja keskisyvyys 3,5 m. Saaria on yksi, 2 ha suuruinen Variksensaari. Ylisestä saapuva Kissapuro tuo kaukovaluma-alueen vedet Keskijärveen ja ne jatkavat matkaa Välijokea pitkin Palojärveen. Viipymä on reilu 2 vuotta. Järven tyyppi on Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) mukaan pieni humusjärvi. Keskijärven alueella toimii Keskijärvi-Röksän kyläyhdistys. Keskijärveltä selvitetiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä sedimentin piilevät ja veden laatu.

3.3.5.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Keskijärven lähivaluma-alue on 961 ha suuruinen, kuva 12. Sen järvisyys on suuri, 22 %, mikä muodostuu lähes kokonaan Keskijärvestä. Maa-alasta on turvemaita 14 %, metsiä 84 % ja maatalousmaata 8 %. Lähivaluma-alueella on parisenkymmentä vakituisessa asuinkäytössä olevaa kiinteistöä ja niissä asuu noin 50 ihmistä. Kesämökkejä on 15.

Kaukovaluma-alueen koko on 3 124 ha ja sen järvisyys 16 %. Maankäyttö on varsin samanlaista kuin lähivaluma-alueella: turvemaita on maa-alasta noin 7 %, metsämaita 88 % ja maatalousmaata 4 %. Alueella asuu reilut 100 henkilöä noin 50 kiinteistössä. Kesäasutus on tiheää, vapaa-ajan asuntoja alueella on miltei sata.

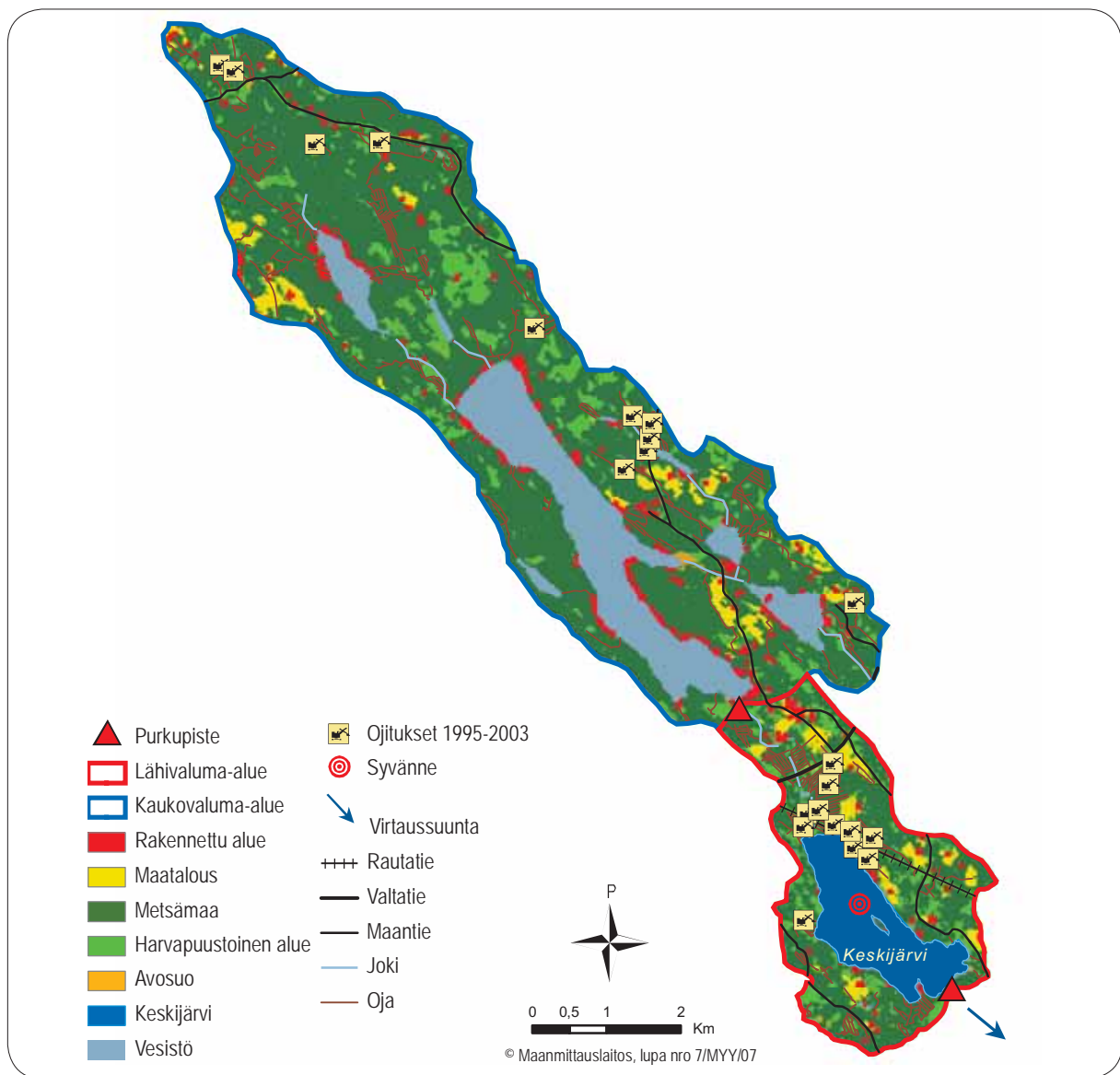
Keskijärven valuma-alueen maaperä on lähinnä sekoittunutta kivilajistoa koostuen tonaliitti-, trondhemiitti- ja granodioriittigneissistä ja migmatista, 66 %. Vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita on yhteensä 57 ha, jotka kuuluvat II luokkaan. Keskijärven kaukovaluma-alueella sijaitsee Lipaksen lintuvesien suojeluohjelmaan kuuluva alue, jonka pinta-ala on 65 ha.

Keskijärven kuormitus muodostuu sekä piste-mäisestä kuormasta että hajakuormituksesta. Pistekuormittajan, 1960-luvulla aloittaneen kalanviljelylaitoksen, fosforikuorma oli noin 110 kg ja typpi-kuorma 1 400 kg vuonna 2004. Suurimmillaan tuotanto on ollut 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa.

Lähivaluma-alueen hajakuormituksen laskennallinen fosforikuorma on noin 300 kg, 0,20 kg ha⁻¹, kuva 13. Hajakuormasta muodostavat luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma yhteensä 50 % ja maatalous lähes 37 %. Yhdyskunta- ja metsätalousperäinen kuormitus on vähäistä. Hajakuormituksen typpikuorma on noin 5 100 kg, 4 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat siitä hieman yli puolet sekä maatalous ja metsätaloustoimet lähes kokonaan lopun. Yhdyskuntaperäinen kuormitus oli vähäistä.

Kaukovaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on 430 kg, 0,14 kg ha⁻¹ kuva 14. Luonnonhuuhtouma muodostaa yhdessä ilmalaskeuman kanssa hieman yli 60 % kokonaiskuormasta. Maatalouden osuus on melko korkea, 25 %. Vuotuinen typpikuorma on 9 000 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat siitä yhteensä lähes 60 %. Metsätaloustoimien osuus on 26 % ja maatalouden 15 %. Yhdyskuntaperäinen kuormitus on vähäistä, vain pari prosenttia.

Keskijärven lähi- ja kaukovaluma-alueita on ojitettu viimeisten 50 vuoden aikana. Lähivaluma-



Kuva 12. Keskijärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1995-2003 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet sekä syvännenäyteasema (sedimentti- ja vesinäyte).

alueen ojitusintensiteetti on 54 ojаметriä hehtaarilla ja kaukovaluma-alueen 32 ojаметriä hehtaarilla. Kunnostusojituksia on viimeisen 10 vuoden aikana ilmoitettu lähivaluma-alueella 6 940 ojаметriä 25 hehtaarin alueelle ja kaukovaluma-alueelle 9 003 m 34 hehtaarin alueelle. Kunnostusojitusten aiheuttama laskennallinen ravinnekuorma vuodelle 2004 on lähivaluma-alueelle 3 kg fosforia ja 25 kg typpeä. Kaukovaluma-alueen vastaavat luvut ovat 3 kg fosforia ja 54 kg typpeä.

3.3.5.2

Ekologinen tila

Keskijärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana sedimentin piilevästön ja vedenlaadun avulla. Keskijärvestä ei tehty hankkeeseen liittyen kasviplankton-, pohjaeläin- eikä vesikasvillisuus-selvitystä eikä sitä koekalastettu. Kalatiedot ovat TE-keskuksen rekistereistä ja paikalliselta kalasakaskunnalta.

Kasviplankton. Keskijärveltä otettiin kasviplanktonnäytteitä kesällä 2004 liittyen interkalibrointiin. Tulosten mukaan järven kasviplanktonin biomassa on melko korkea ja ilmentää mesotrofista vettä. Vesipuitelidirektiivin luokituksessa Keskijärvi kuuluu hyvään luokkaan.

Kalasto. Keskijärveen on istutettu siikaa, järvi- taimenta, kuhua ja kirjolohta 1980-, 1990- ja 2000- luvuilla. Kalaosakaskunnille tehdyn kyselyn mu- kaan istutusten tulokset ovat olleet heikohkot. Petokaloista haukikannan lisääntyminen on hyvä. Järvessä on myös rapuja, joita on sinne myös muu- tamen kerran istutettu. Yleisesti Keskijärvessä sär- kikalakanta kasvaa, ja tehty hoitokalastus on ollut järven pelastus (Jorma Varis, Keskijärven osakas- kunta). Keskijärven alueella toimii Keskijärven osakaskunta. Röksän ja Keskijärven osakaskuntien toiminnat on yhdistetty.

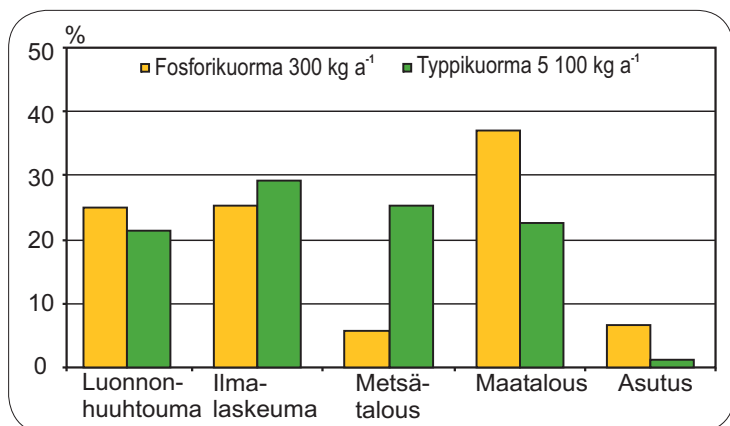
Pohjasedimentin piileväanalyysi. Keskijärven paleolimnologinen analyysi antaa selviä viitteitä maankäytön ja veden laadun välisestä yhteydestä. Nokahiukkasajoituksen tulosten tulkinnan mukaan kerrokset 18-24 cm yläpuolella edustavat 1950-lu- vun jälkeistä aikaa. Keskijärven hehkutusjäännös nousee 18,5 cm syvyydessä, minkä jälkeen se laskee pinnimmaisissa näytteissä lähes 10 %. Käytännössä pinnan lasku tarkoittaa orgaanisen aineksen mää- rän lisääntymistä 12,5 cm sedimenttisyvyydestä ylöspäin. Hehkutusjäännöksen nousu on merkki valuma-alueen intensiivisestä maankäytöstä.

Piileväanalyysin mukaan järven vesi on ollut aikaisemmin humuspitoista, mutta on muuttunut kirkkaammaksi ja viimeisen noin 30 vuoden aika- na järven ravinnetaso on noussut huomattavasti.

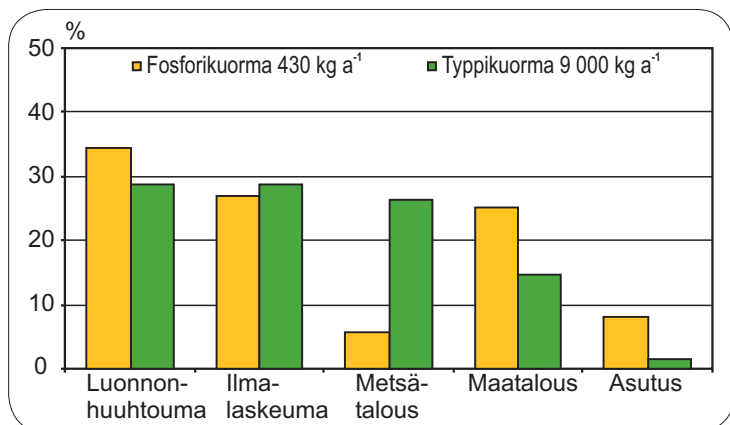
Korkea orgaanisen aineksen määrä kahdessa ylim- mässä näytteessä kertoo selvästi tuotannon lisään- tymisestä. Lisäksi piilevälaajisto ilmentää selvää ko- konaisfosforipitoisuuden nousua, joka kuitenkin näyttäisi nyt tasaantuneen. Lisäksi humusvesien lajien osuuksien nousu ilmentää turvemailta tule- via valumavesiä.

Vedenlaatu. Keskijärven veden laatua on seuratu melko säännöllisesti vuodesta 1979 lähtien. Jär- vi kuuluu seuraaviin seurantaverkostoihin: veden laadun seuranta järvisyvänteillä, järvien biomo- nitorointi (Eurowaternet) sekä teollisuuden ja ka- lalaitosten sekä niiden purkuvesistöjen valvonta. Valtakunnallisen vesien käyttökelpoisuusluokituk- sen mukaan Keskijärvi on luokiteltu tyydyttävän luokkaan.

Kesän 2005 avovesiaikana Keskijärven vesi oli melko kirkasta. Keskikesällä järvi oli voimakkaasti kerrostunut lämpötilan suhteen. Samanaikaises- ti päänlysveden happitilanne oli hyvä, kun taas syvänteen alusvesikerrokseen muodostui hapen vajausta, joka johti syyskuun alussa happikatoon. Heikon happitilanteen seurauksena pohjasedimen- tistä liukeni ravinteita ja rautaa veteen. Myös alus- veden sähkönjohtokyky- ja sameusarvot nousivat hapen vajauksen vuoksi. Keskijärven ravinnepitoi- suudet olivat melko matalia, mutta klorofyllipitoi- suus on lievästi rehevälle vedelle ominainen.



Kuva 13. Keskijärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen kuormittajien kesken. Kokonaiskuormasta kalanviljelylaitoksen osuus on fosforikuormasta 110 kg ja typpikuormasta 1 400 kg.



Kuva 14. Keskijärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautu- minen eri kuormittajien kesken.

Kansalaiskysely

Kansalaiskyselyn vastausprosentti oli Keskijärvellä 41. Vastaajista miehiä oli 12 ja naisia 2. Ikä painottui 50-60 vuotiaisiin.

Järven käyttö. Yli puolet kyselyyn vastanneista liikkuu järven alueella joko säännöllisesti tai satunnaisesti. Kalastus on suosituin järven käyttömuoto muun vapaa-ajan vieton ohessa. Veden laatu ja kalasto sekä järvimaisema ovat tärkeimmät tekijät virkistyskäytön kannalta. Vastaajien mielestä järvi sopii virkistyskäyttöön sekä yksittäisille asukkaille että laajemmalla alueella asuville ihmisille. Myös matkailu hyötyy järvestä.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilalla on merkitystä paikallisille asukkaille paljon tai kohtalaisesti ja osalle myös taloudellisesti. Järven tila on vastaajien mielestä lähinnä välttävä tai huono ja se on joko pysynyt ennallaan tai muuttunut huonommaksi. Puolet vastaajista ajoitti muutoksen tapahtuneeksi viimeisen 10-20 vuoden aikana ja neljän mukaan viimeisen 5-10 vuoden aikana. Muutosten aiheuttajan uskottiin olevan kalanviljely. Suurimmat ongelmat Keskijärvellä ovat rantojen umpeenkasvu ja liettyminen sekä verkkojen limoittuminen.

Järven kunnostustarve ja paikallisten mielenkiinto/innokkuus kunnostukseen. Suurin osa vastaajista ilmoitti järven tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä, yli puolen mielestä jopa ehdottomasti. Sopivia kunnostusmenetelmiä olisivat vesikasvien poisto, ulkoisen kuormituksen vähentäminen ja hoitokalastus. Päävastuu kunnostamisesta tulisi vastaajien mielestä olla valtiolla ja kunnalla, joiden tulisi myös vastata kustannuksista. Suurin osa ei halua missään tapauksessa osallistua kunnostuskustannuksiin. Suurimmaksi esteeksi järven tilan kohentamiselle mainittiin viranomaisten puuttumattomuus, erimielisyys ongelmista ja varojen puute.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Vastaajat ovat saaneet järveä koskevaa tietoa enimmäkseen tuttavilta. Lisätietoa haluttaisiin kunnostusmenetelmistä, ongelmien seurauksista ja vesistöongelmien aiheuttajista. Informaatiokanavaksi sopisivat sanomalehdet, tiedotteet ja kirjeet. Suurin osa ilmoitti luotettavimmaksi tiedonlähteeksi paikalliset asukkaat ja tutkijat.

Järven kunnostustarve ja suositukset

Kansalaiskyselyn perusteella Keskijärvellä on monta kuormittajaa ja suurimmat ongelmat johtuvat rehevöitymisestä. Järven ongelmia ovat mm.

rantojen umpeenkasvu, rantojen liettyminen ja verkkojen limoittuminen.

Keskijärven kalanviljelylaitoksen toiminta perustuu lupaan. Kalanviljelylaitoksen uusi ympäristölupa on työn alla raportin kirjoituksen aikoihin vuonna 2007. Siihen määritellään kalanviljelylaitoksen päästöraajat.

Hankkeessa Keskijärven tilaa selvitettiin lähinnä pohjasedimentin piilevien ja vedenlaadun perusteella. Niiden mukaan Keskijärvi on rehevä järvi, jonka ravinnepitoisuus on noussut 1950-luvulta alkaen, mutta viime aikoina tasaantunut. Kesän 2004 kasviplanktonnäytteen mukaan järvi kuuluu luokkaan hyvä.

Keskijärveen tulee kuormitusta monesta eri lähteestä. Kalanviljelylaitoksen fosforikuorma on noin kolmannes koko järven laskennallisesta kuormasta. Valuma-alueen ojitusten määrä on melko alhainen, mutta kunnostusojituksia järven tilavuuteen suhteutettuna on tehty melko paljon. Kuormitus kokonaisuudessaan on suurehko ja tilavuuteen suhteutettuna hieman Tuopanjärveä suurempi. Liukoisten, leville käyttökelpoisten ravinteiden osuus ravinnekuormasta on suuri. Sisäistä kuormitusta tulee alusveden hapettomuutta seuraavasta ravinteiden vapautumisesta. Keskijärveen valuma-alueelta tulevaa orgaanista hajakuormitusta ja sen vaikutusta vähentävät valuma-alueiden pieni turvemaaosuus, suuri järvisyys ja järven pitkä viipymä.

Keskijärvi poikkeaa muista hankkeen järvistä siinä, että metsätalousperäinen kuormitus ja valuma-alueen turvemaaosuus ovat pieniä, joten järven orgaaninen kuormitus on melko pieni. Kalanviljelylaitoksen kuormituksen lisäksi kulkeutuu hajakuormitusta maataloudesta. Järvi edustaa hankkeessa liukoisten ravinteiden rasittamaa kohdetta, jossa on sisäistä kuormitusta. Keskijärven viipymä on melko pitkä ja valuma-alueen järvisyys suurehko, mitkä parantavat sen sietokykyä kuormitusta vastaan. Valuma-alueen orgaaninen kuormitus kuitenkin lisää happea kuluttavan aineksen määrää alusvedessä, mistä seuraa sisäistä kuormitusta.

Keskijärvi ja sen valuma-alue eivät ole erityisen kookkaita. Järven pohjoispuolinen alue on kaikista voimaperäisimmin ojitettu. Suot on ojitettu 1970-luvulla ja kunnostusojitettu 2000-luvun taitteessa. Järveen laskee karttatutkimuksen perusteella n. 50 uomaa, joista suurin on Ylisestä lähtevä Kissapuro. Sen pohjoispäässä, heti Ylisen luusuassa sijaitsee kalanviljelylaitos. Vehkalammesta lähtee myös yksi puro/uoma, joka laskee Keskijärveen. Muut uomat ovat metsä tms. alueilta. Karttatutkimuksen perusteella purokunnostustoimenpiteille soveltuvia kohteita on vähän. Lähinnä Kissapuro nousi

tarkastelussa esille. Ylisestä tuleva isohko puro on rehevöitynyt ja hienojakoista ainesta on kertynyt puroon. Keskijärven keskeisiä kunnostustoimenpiteitä on ravinteiden pääsyn estäminen vesistöön.

3.3.6

Rauanjärvi

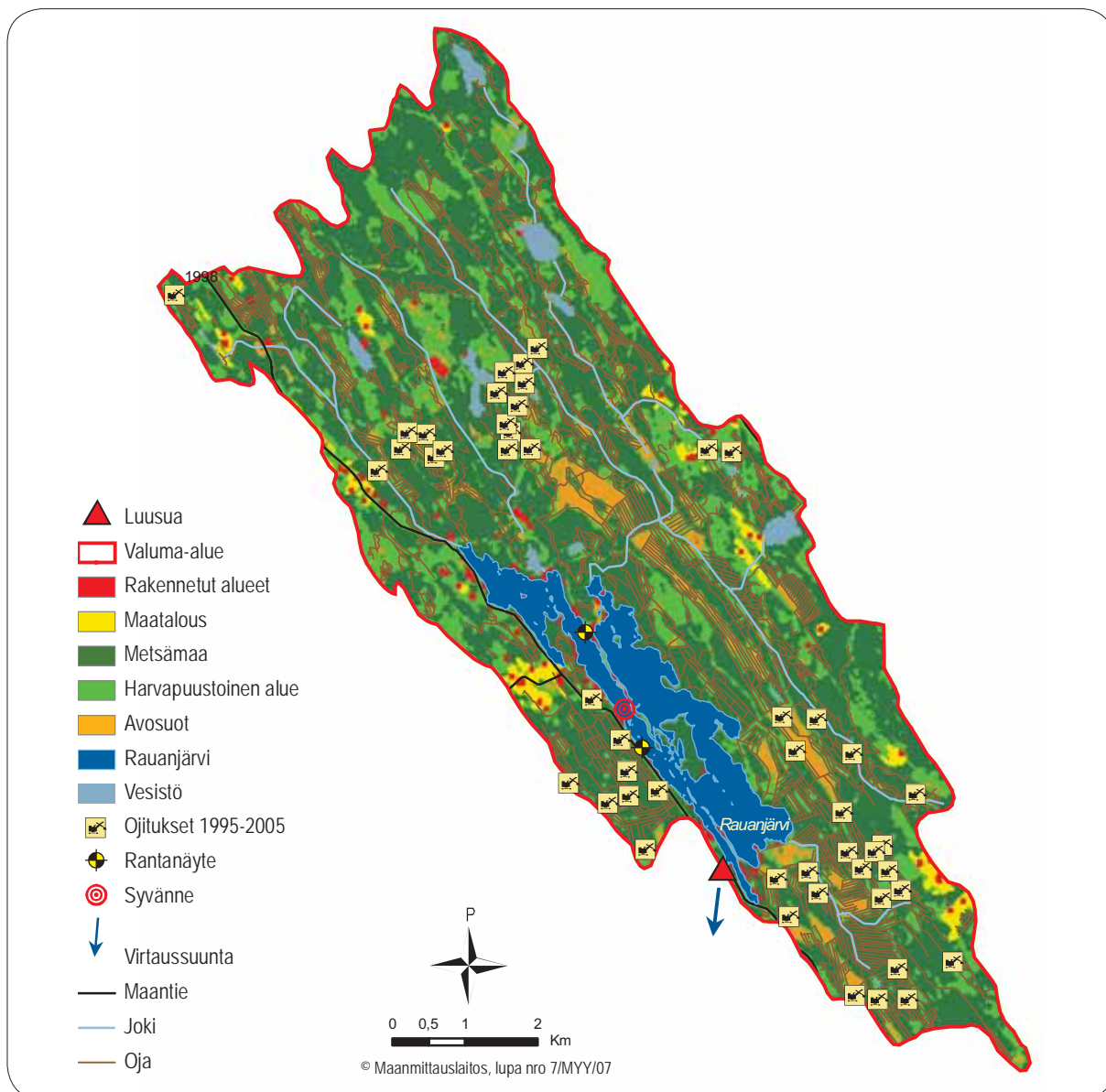
Rauanjärvi sijaitsee Juuan kunnan eteläosissa. Martonvaaran tie kulkee järven länsipuolella rantoja myötäillen. Vesialaa järvellä on 422 ha ja kokonaisrantaviivaa noin 40 km. Järven maksimisyvyys on 19 m ja keskisyvyys 3,1 m. Järveä luonnehtivat pitkät niemet ja monet saaret. Suurin saarista on Hoskansaari. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeen mukaan Rauanjärvi on pieni humusjärvi. Hank-

keen yhteydessä järveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö sekä kuormitus ja tutkittiin järven pohjaeläimistö, piilevät sekä veden laatu.

3.3.6.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Rauanjärvi saa vetensä noin 5 964 ha suuruiselta valuma-alueelta, jonka järvisyys on 9 %, kuva 15. Metsäisen valuma-alueen maa-alasta turvemaita on 38 % ja metsämaita 90 %, joista Metsähallituksen maita 4,3 %. Avosoita on 5 % ja maatalousmaita 2 %. Vakituksia asukkaita laajalla alueella on vain kuutisenkymmentä noin 20 kiinteistössä. Kesämökkejä sen sijaan on lähes 70.



Kuva 15. Rauanjärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1995-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet sekä näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) ja syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

Valuma-alueen kallioperästä noin 40 % koostuu kiille- ja mustaliuskeesta, konglomeraatista ja arkosiitista. Noin 27 % muodostuu erilaisista gneisseistä ja migmaatista. II-luokkaan kuuluvia pohjavesialueita on Pitkäniemen alueella yhteensä 105 ha. Suojelualueita ei ole.

Rauanjärven vuotuinen fosforikuormitus on noin 600 kg, keskimäärin $0,1 \text{ kg ha}^{-1}$, josta luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus yhteensä on 68 %, kuva 16. Metsätaloustoimien osuus on 14 % ja maatalouden 15 %. Yhdyskuntaperäinen kuormitus on kolme prosenttia.

Rauanjärven vuotuinen typpikuormitus on noin 17 500 kg, keskimäärin $2,7 \text{ kg ha}^{-1}$, kuva 16. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 54 %, metsätaloustoimien 37 % ja maatalouden 7 %. Yhdyskuntaperäinen kuormitus on vain yhden prosentin.

Valuma-alueella on viimeisen 10 vuoden aikana ollut kunnostusajituksia noin 187 ha alueella. Niistä johtunut laskennallinen kuormitus vuodelle 2004 on ollut 12 kg fosforia ja 242 kg typpeä.

3.3.6.2

Ekologinen tila

Rauanjärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin ja vedenlaadun avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla. Koekalastusta eikä vesikasvillisuusselvitystä tehty.

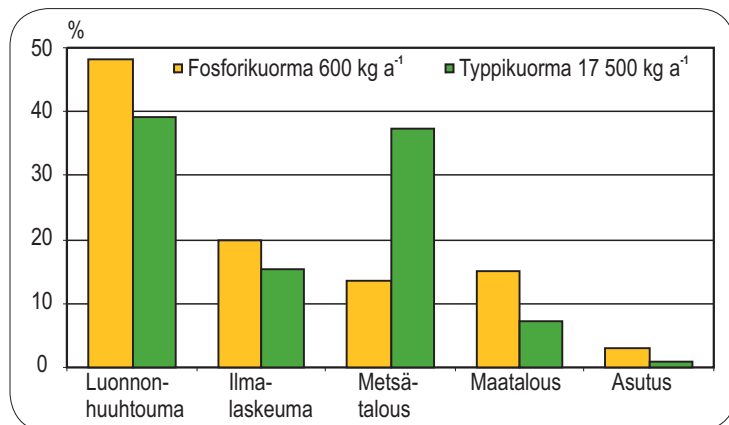
Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Rauanjärven kasviplanktonin biomassassa oli $0,37 \text{ mg l}^{-1}$, ja klorofyllipitoisuus melko korkea $7,3 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi luokitellaan Heinosen (1980) mukaan oligotrofiseksi, karuksi järveksi. Rauanjärven sinileväbiomassa oli pieni (1 % kokonaisbiomassasta) ja erilaiset pienet Chroococcales sinilevät olivat vallitsevina. Kasviplanktonin biomassan ja α -klorofyllipitoisuuden perusteella järven tila on hyvä-erinomainen

Pohjaeläimet. Hankkeen yhteydessä tehdyn pohjaeläinanalyysin mukaan järvi on lähes erinomaisessa kunnossa (Leppä 2007), joskin lajistoa tarkasteltaessa voidaan todeta, että siinä on merkkejä lievistä ravinnekuormittuneisuudesta. Vesipuitedirektiiviä mukailevan BQI-arvoon ja järven syvyyteen perustuvan luokittelun mukaan järvi on hyvän-tyydyttävän rajamailla.

Kalasto. Rauanjärveen on istutettu lähinnä siikaa ja kertaalleen järvitaimenta. Istutustulos on ollut keskinkertainen. Rapuja on vähän. Järven kalakanta on keskinkertainen (Voitto Ruokolainen, alueella toimivan Rauanjärven kalaveden osakaskunnan puolesta).

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Sedimentin paleolimnologisen analyysin mukaan Rauanjärvi on aina ollut tummavetinen järvi. Sedimentin hehkutuskevennyksen pintaa kohden kasvava mine-rogeenisen aineksen määrä kertoo valuma-alueella tehdyistä maanmuokkauksista, jotka ulottuvat kivennäismaahan asti. Valuma-alueella tehdyt maankäsittelyt ja ravinnetason nousua ilmentävien lajien lisääntyminen ovat peräkkäisiä, mistä voidaan päätellä, että maankäyttö on lisännyt järven ravinteisuutta. Lisäksi valumavesien mukana tulee hapahkoja humusvesiä, jotka lisäävät niille tyyppillistä lajistoa.

Vedenlaatu. Rauanjärven vettä on analysoitu harvakseltaan ennen hanketta. Elokuun alussa 2005 Rauanjärven vesi oli ruskeaa. Päällysveden lämpötila oli elokuun alussa $19,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ ja järvi oli kerrostunut lämpötilan suhteen. Samanaikaisesti järven happitilanne oli huono jo viiden metrin syvyydessä, jossa kyllästysarvo oli 41 %. Syvem-mällä 9 metrin syvyydessä sekä alusvedessä arvo oli 29 %. Samanaikaisesti olivat alusveden ravinne- ja rautapitoisuudet kohonneita. Päällysveden ravinnepitoisuudet olivat melko matalia ja klorofyllipitoisuus korkeahko. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Rauanjärvi luokitellaan hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.



Kuva 16. Rauanjärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Kansalaiskysely

Rauanjärven lähiympäristön asukkaille ja maanomistajille lähetettiin yhteensä 54 kyselylomaketta, joihin saatiin vastauksia 29 kappaletta, jolloin vastausprosentti oli 54 %. Vastaajista miehiä oli 19 ja naisia 8. Ikäjakautuma painottui 50-60 vuotiaisiin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu säännöllisesti järvellä. Järveä käytetään pääosin vapaa-ajan viettoon, uimiseen, kalastukseen ja maisemallisista arvoista nauttimiseen. Vastaajien mielestä järvestä on virkistyksestä hyötyä lähinnä alueen asukkaille. Vain muutama vastaaja ilmoitti järvestä olevan hyötyä esim. matkailulle. Tärkeimmiksi virkistykseksi ominaisuuksiksi nousivat veden laatu, maisema ja kalasto. Puolet vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa, muutama on mukana paikallisessa talkooryhmässä ja kolmannes vastaajista olisi halukkaita osallistumaan yhdistystoimintaan, jos sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilalla on paljon merkitystä valtaosalle vastaajista. Suuri osa vastaajista ilmoitti kokevansa järvestä koituvan myös taloudellista hyötyä. Enemmistön mielestä järven tila on välttävä ja se on pysynyt ennallaan tai huonontunut. Pahimmiksi ongelmiksi Rauanjärvessä mainittiin rantojen umpeenkasvu, liettyminen ja verkkojen limoittuminen. Muutosten tapahtumisaikaa ei pystytty tarkasti määrittämään, vaan jokainen vaihtoehto sai lähes yhtä paljon vastauksia. Metsätalouden ja ranta-asutuksen arveltiin olevan järven tilaan eniten vaikuttaneita tekijöitä.

Järven kunnostustarve ja kansalaisten kunnostushalukkuus. Puolet vastaajista ilmoittaa järven luultavasti ja viisi ehdottomasti tarvitsevan kunnostusta. Soveltuviksi toimenpiteiksi katsottiin

ulkoisen kuormituksen vähentäminen, kalojen istutus sekä vesikasvien poisto. Ensisijainen vastuu käytännön toimista ja kustannuksista katsottiin kuuluvan valtiolle ja kunnalle, mutta kolmannes vastaajista olisi myös valmiita mahdollisesti osallistumaan kustannuksiin. Toinen kolmannes ei missään tapauksessa halua osallistua kustannuksiin. Suurin este järven tilan kohenemiseksi on vastaajien mielestä varojen puute ja se, että alueen asukkailta puuttuu vaikutuskanava ja tietoa vaikutusmahdollisuuksista.

Tiedon saaminen. Järveä koskevaa tietoa on saatu enimmäkseen sanomalehdistä. Noin kolmannes ei ole saanut järveä koskevaa tietoa mistään. Lisätietoa kaivattaisiin vesistöjen ongelmien aiheuttajista, kunnostushankkeista ja niiden käynnistämisestä ja rahoittamisesta sekä onnistuneista kunnostuksista. Tietoa toivotaan joko sanomalehtien, tiedotteiden tai kirjeiden kautta. Vastaajien mielestä luotettavia tiedonlähteitä ovat tutkijat ja paikalliset asukkaat.

3.3.6.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Rauanjärven tila oli kansalaiskyselyn perusteella keskimäärin joko pysynyt ennallaan tai huonontunut. Muutosten tapahtumisajankohtaa ei osattu määrittää. Rauanjärven ongelmia ovat liettyminen, rantakasvillisuuden lisääntyminen, verkkojen limoittuminen sekä välillä hajuhaitat.

Ekologisen selvityksen ja veden laadun perusteella Rauanjärvi on kohtuullisen hyvässä kunnossa, joskin järven ravinnetaso on hiukan noussut. Kasviplanktonin ja klorofyllin perusteella järvi on hyvässä kunnossa, mutta pohjaeläintuloksissa on selviä merkkejä kuormituksesta. Alusveden happitilanne on usein heikko, mikä näkyy ravinteiden vapautumisena järven pohjasta.

Järven valuma-alue on ojitettu ja viimeaikoina on kunnostusajatuksia tehty melko paljon, kuva 17. Laskennallinen fosforikuormitus on melko korkea ja järven tilavuutta kohden se on myös suuri verrattuna muihin pieniin humusjärviin. Kuormitus on typpi-fosfori-suhteen mukaan paljolti peräisin metsätaloudesta. Järven viipymä on melko lyhyt, mikä vaikuttaa veden fosforipitoisuutta lisäävästi, sillä nopeassa vedenkierrossa valuma-alueelta tulee runsaasti ravinteita alapuoliseen vesistöön. Valuma-alueen järvisyys on pieni, jolloin ravinteet eivät pidä yläpuolisiin vesistöihin, vaan päätyvät Rauanjärveen.

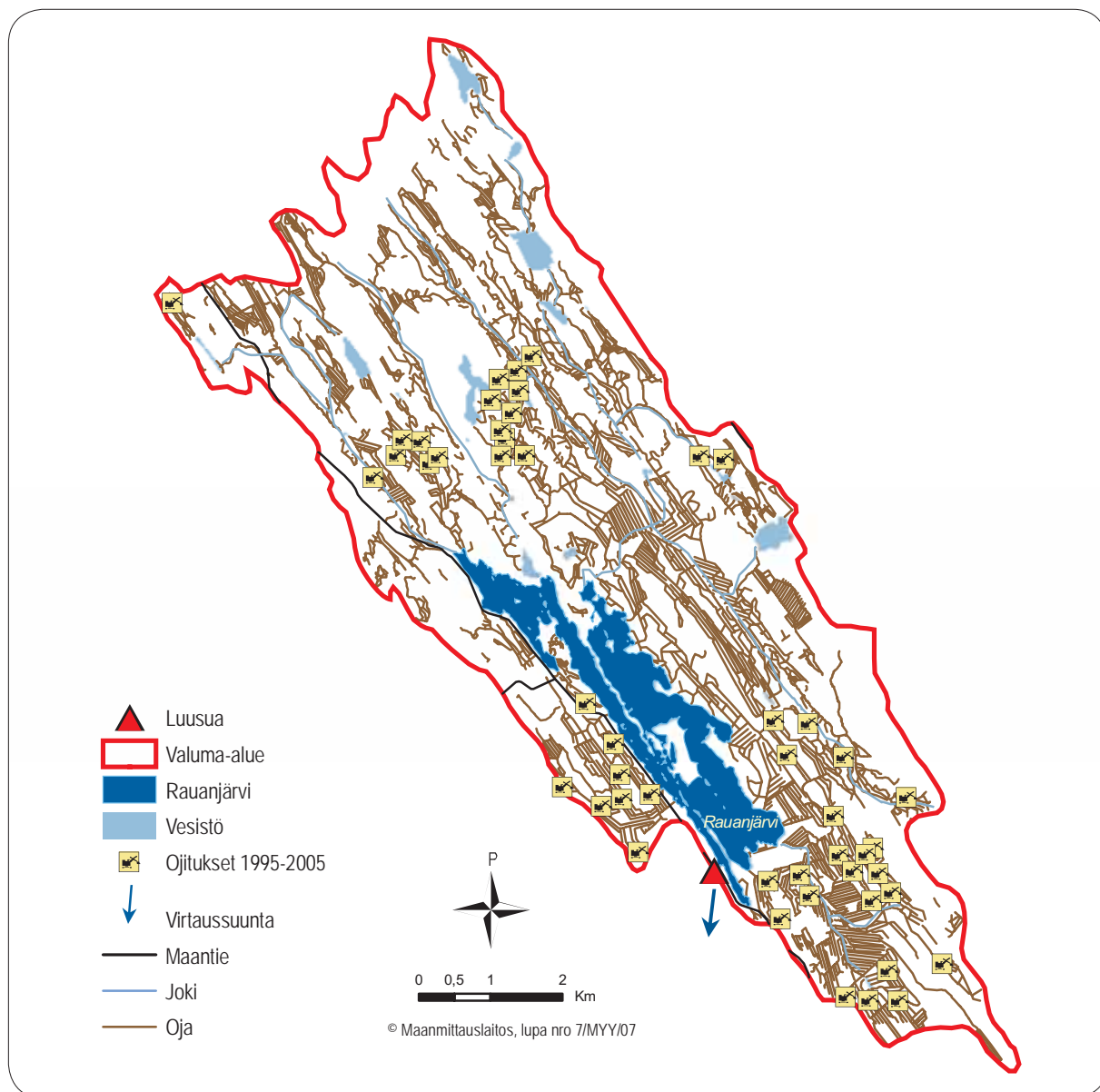
Rauanjärven maisemaa.



Rauanjärvi on sokkeloinen ja sen jakaa pitkä niemi kahteen osaan. Sokkeloisuudesta johtuen järven vesi eri osissa ei vaihdu, jolloin vesistön tila saattaa vaihdella paikallisesti paljonkin. Lisäksi Rauanjärven pohjassa on pienialaisia syvänealueita, jotka usein saattavat kärsiä hapettomuudesta: puolet järven kokonaissyvyydestä kattaa vesimassasta vain 1 %. Ravinteiden vapautumisen lisäksi alusveden hapettomuus saattaa aiheuttaa hajoamisen yhteydessä metaanin ja rikkikaasujen muodostumista pohjan läheisissä kerroksissa, minkä saattaa aistia hajuhaittoina järven ympäristössä. Hajuhaitat saattavat johtua myös mahdollisesti kesällä/keväällä leväesiintymän hajoamisesta rannalla tai männyn siitepölyn kertymisestä rantaan ja sen hajoamisesta. Viime mainittu haju voi muistuttaa myös liete- lannan (jopa sian liete- lannan) hajua.

Rauanjärven kunnostuksessa olisi tärkeää saada vähennettyä valuma-alueelta tulevaa orgaanista kuormitusta, koska järven happitilanne heikkenee helposti pohjan morfologian takia. Kunnostusosio käsittelee Rauanjärven valuma-alueella keskittyviä toimenpiteitä. Valuma-alueen kunnostamistoimenpiteillä pyritään epäsuorasti vaikuttamaan järven tilaan vähentämällä ulkoista kuormitusta ja pienentämällä soilta ojia pitkin tulevan veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuutta.

Rauanjärven valuma-alueen maankäyttö pohjautuu enimmäkseen metsätalouteen. Lähes koko turvema-ala on ojitettu, kuva 17. Orgaaniset aineet ja ravinteet tulevat järveen puroja pitkin. Kyseisen kaltainen kuormitus on parhaiten ja helpoiten otettavissa kiinni monilla pienimuotoisilla vesiensuojelutoimenpiteillä; pääpiirteittäin tulisi



Kuva 17. Rauanjärven ojitusaluet ja vuosina 1995-2005 ilmoitetut kunnostusojitusalueet.

tarkastella etenkin purouomien ja ojitusten liitty-mäkohtia. Rauanjärveen laskee yhteensä noin 50 uomaa, mikä on kohtalaisen paljon. Järven itäpuo-lella on enemmän järveen saapuvia uomia kuin länsipuolella, kuva 17. Etelä- ja länsipuolella on kunnostusojitusalueita. Useita kunnostusojituksia on tehty järven rantavyöhykkeen soilla. Valuma-alueen laskujoet ja -purot lueteltuna myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta:

- Rauanjärven pohjoispäähän, Savilahteen laskeva puro.
- Rakennuslammesta tuleva uoma, Rakennus-puro laskee Rakennuslampeen.
- Kevätyspuro, johon liittyvät yläjuoksulla Riihipuro, Luhtapuro ja Leväpuro.
- Tervapuro

3.3.7

Kajoonjärvi

Juussa, vaarojen lomassa sijaitsevan Kajoonjär-ven vesiala on noin 552 ha. Rantaviivaa järvellä on 25 km. Suomalaisen mittapuun mukaan järvi on varsin syvä: syvimmillään 50 m ja keskisyvyys-kin 11,3 m. Saaria järvellä on neljä, ne ovat varsin pieniä - ainoastaan kaksi niistä on yli 100 m². Ka-joonjärven viipymä on noin 1,5 vuotta. Ympäristö-ministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeistuksen mukaan järvi kuuluu keskikokoisiin humusjärviin. Valuma-alueella toi-mii Kajoon kylätoimikunta. Hankkeen aikana Ka-joonjärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin järven pohjaeläimistö, kasviplankton, piilevästö, vesikasvillisuus ja ve-den laatu. Kajoonjärvestä on myös aikaisemmin julkaistua tietoa raporteissa Metsätaloustoimen-piteiden vaikutukset Kajoonjärvestä ja Kuohat-tijärvestä (Niinioja ym. 2001), sekä Kajoonjärven valuma-alueen järvet (Niinioja 2001).

3.3.7.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Kajoonjärven lähivaluma-alue on noin 2 168 heh-taarin kokonainen ja sen järvisyys 25 % koostu-en lähes kokonaan Kajoonjärvestä. Maa-alasta on turvemaita 18 %, metsät peittävät noin 87 %, maatalousmaita on 5 % ja avosoiden osuus on 3 %, kuva 18. Vakituisia asukkaita on kuutisenkymmen-tä 26 eri kiinteistössä. Vapaa-ajan asuntoja valuma-alueella sijaitsee yhteensä 30.

Valuma-alueen kallioperä koostuu pääosin kvartsiitista, 74 % sekä gneisseistä ja migmatiitista,

26 %. Alueella ei ole vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita.

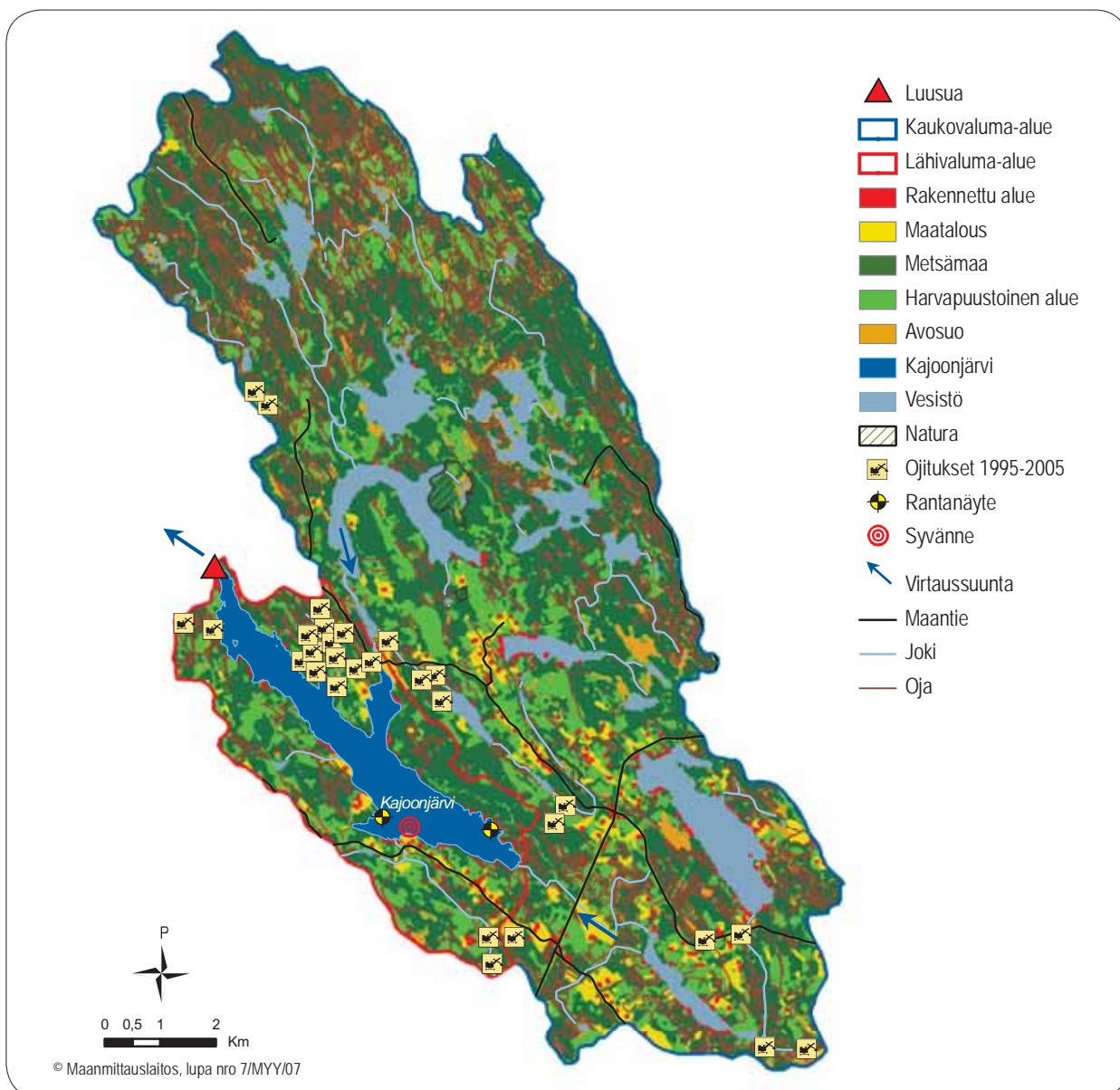
Kajoonjärven laajalla, 10 308 hehtaarin suurui-sella kaukovaluma-alueella sijaitsee useita järviä, joista isoimmat ovat Suuri-Rostuvi, Kalliojärvi, Polvijärvi, Koppelojärvi ja Saarijärvi. Kajoonjärven alueen vedet virtaavat pois Hirvolanjokea pitkin yhtyen myöhemmin Vaikkojokeen. Alueen järvi-syys on 11 %. Valuma-alueesta turvemaita on 30 %, metsien peitossa noin 88 %, maatalousmaita 4 % ja avosoida 5 %. Vakituisia asuinpaikkoja on noin 40, ja niissä asuu noin satakunta henkeä. Vapaa-ajanasuntoja on 35.

Kaukovaluma-alueen kallioperä muodostuu lähinnä sekakivilajeista, tonaliitti-, trondhemiitti- ja granodioriittigneissi sekä migmaatti. Kau-kovaluma-alueella sijaitseva Petrovaaran luonto-kokonaisuus, 75 ha, kuuluu Natura- alueisiin ja Merlammen luonnonsuojelualue on yksityinen suojelualue. Kusilammen, Merlammen, Kuusjoen ja Juuan lettojen alueella on soidensuojelualueita.

Kajoonjärveen kohdistuva lähivaluma-alueelta tuleva laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 380 kg, 0,17 kg ha⁻¹, kuva 19. Ilmalaskeuma muodostaa luonnonhuuhtouman kanssa yhteensä lähes 60 % kuormituksesta. Maatalouden osuus on 28 % ja metsätaloustoimenpiteiden 9 %. Vuotuinen typpiikuorma on noin 8 600 kg, 4 kg ha⁻¹, josta luon-nonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 54 %, metsätaloustoimien 31 % ja maatalouden 14 %.

Kajoonjärven kaukovaluma-alueen laskennal-linen vuotuinen fosforikuorma on noin 1 342 kg, 0,13 kg ha⁻¹, kuva 20. Luonnonhuuhtouma ja ilma-laskeuma muodostavat yhteensä hieman yli puo-let kuormituksesta. Maatalous on kaukovaluma-alueen maankäytön suurin fosforikuormittaja, 28 %. Metsätaloustoimien osuus on 11 %. Vuotuinen typpiikuorma on noin 37 400 kg, 4 kg ha⁻¹, josta luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat yhteensä 45 %, metsätaloustoimet 42 % ja maata-lous 13 %.

Metsätaloutta harjoitetaan voimakkaasti Ka-joonjärven valuma-alueella. Satelliittikuvista nä-kyviä harvapuustoisia alueita, joita hankkeessa pidetään mahdollisina hakkuualueina, on kaik-kiaan 32 % maa-alasta. Ojitusintensiiteetti on 61 ojametriä hehtaarilla. Kunnostusojituksia on ilmoitettu kaikkiaan 25 290 metriä noin 86 hehtaarin alueelle. Kaukovaluma-alueen ojitu-sintensiiteetti on 94 ojametriä hehtaarilla. Kun-nostusojituksia on ilmoitettu 15379 m noin 54 ha alalle. Kunnostusojitusten potentiaalinen kuormitus lähivaluma-alueella vuonna 2004 oli noin 5 kg fosforia ja 72 kg typpeä. Kaukovaluma-alueen vastaavat luvut olivat 5 kg ja 69 kg.



Kuva 18. Kajoonjärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1995-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet sekä näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) ja syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

3.3.7.2

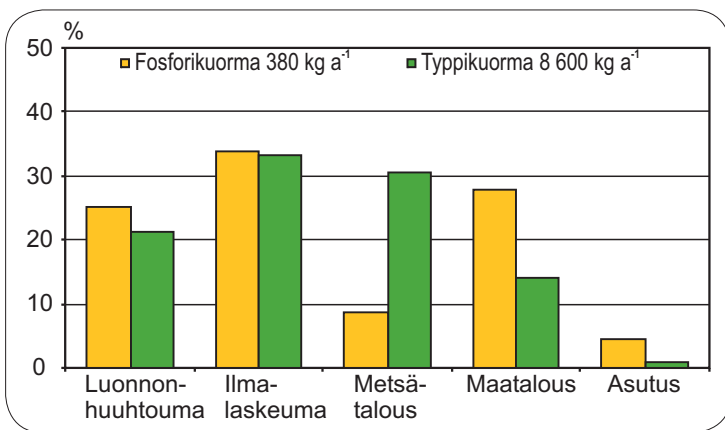
Ekologinen tila

Kajoonjärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden ja koekalastuksen avulla. Järven vedenlaadun historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla.

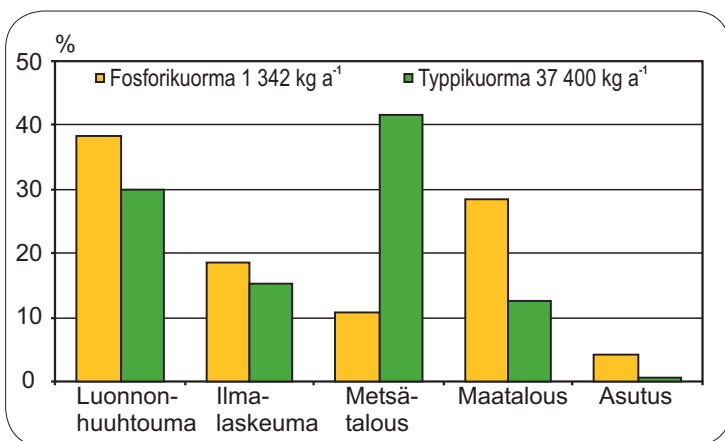
Kasviplankton. Vuonna 2005 elokuussa Kajoonjärven kasviplanktonin biomassa oli pieni, $0,29 \text{ mg l}^{-1}$ ja klorofyllipitoisuus $5,9 \mu\text{g l}^{-1}$. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi luokitellaan Heinosen (1980) raja-arvojen perusteella karuksi. Sinilevien osuus kokonaisbiomassasta oli pieni, noin 3 %.

Järvessä tavattiin myös muutama *Aphanizomenon* sinilevärihma. Tätä sinilevää ei havaittu lainkaan muissa tutkituissa järvissä. *Aphanizomenon* sinilevä kuuluu niihin leviin, jotka runsaana esiintyessään muodostavat massaesiintymisiä pintaveteen. Kajoonjärvi voidaan kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella luokitella erinomaiseksi.

Pohjaeläimet. Kajoonjärvestä hankkeeseen liittyen tehdyn pohjaeläinanalyysin mukaan järvi on lähinnä erinomaisessa kunnossa. Lajisto koostui niukkaravinteisten vesien taksoneista. Vesipuitte-direktiivin mukaisessa luokittelussa järvi on pohjaeläinten perusteella kunnoltaan hyvä.



Kuva 19. Kajojärven lähialueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 20. Kajojärven kaukoalueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Vesikasvillisuus. Kajojärveä luonnehtivat jyrkät rannat, jotka ovat pääasiassa hiekkaisia tai kivikkoisia. Vesikasvilajistossa esiintyy kohtalaisen runsaasti pohjalehtisiä ja kelluslehtisiä. Vesikasvillisuuden perusteella järvi on erinomaisessa - hyvässä kunnossa.

Kalasto. Kajojärveen on istutettu järvitaimenta, siikaa ja kuhaa 1980-, 1990- ja 2000-luvulla. Alueella toimii Kajo yhteisen kalaveden osakaskunta. Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen mukaan järven kalakanta on erinomaisessa kunnossa ja vesipuitedirektiivin luokittelun mukaan hyvässä kunnossa.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Kajojärven veden humuspitoisuus ja ravinteikkuus ovat nousseet viime aikoina. Pohjoisosasta otetun näytteen pinnassa piilevien avulla rekonstruoitu veden fosforipitoisuus nousee huomattavasti ja humusvesille yleisten lajien osuus kasvaa nykypäivää kohden. Sedimenttipatsaan hehkuskevennyksessä näkyy maankäytön kasvu minerogeenisen aineksen lisääntymisenä.

Vedenlaatu. Kajojärven veden laadusta on tietoa 1970-luvulta lähtien. Elokuun alussa 2005 Kajojärven veden väriluku oli 80 mg Pt l⁻¹ ja pällysveden lämpötila 19,6 °C, jolloin järvi oli kerrostu-

nut lämpötilan suhteen. Happitilanne oli hyvä koko vesikerroksessa, myös alusvedessä. Kajojärven pällysveden ravinnepitoisuudet olivat pieniä. Klorofyllipitoisuus oli hieman kohonnut elokuun alkupuolella. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Kajojärvi luokitellaan erinomaiseen tai hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.7.3

Kansalaiskysely

Kajojärven kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 78. Vastaaajista 25 oli miehiä ja 9 naisia. Ikä painottui 50-60 vuotiaisiin.

Järven käyttö virkistyskäyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä säännöllisesti. Kalastus on suosituin käyttötapa, jopa kolme neljästä vastaajasta kalastaa. Seuraavaksi suosituinta on uiminen ja muu vapaa-ajan viettäminen sekä maisemasta nauttiminen. Yli puolet vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa. Osa olisi halukas osallistumaan yhdistystoimintaan, jos sellainen olisi mahdollista. Muutama on mukana paikallisessa talkoo- tai kylätoiminnassa.

Vastaajien mielestä järvestä on virkistyksellistä hyötyä laajemmin kuin vain lähialueiden asukkaille. Neljännes vastaajista ilmoittaa järvestä olevan hyötyä laajemmin esim. matkailulle. Virkistyskäytön kannalta tärkeintä ovat veden laatu ja kalasto.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Valtaosa vastaajista kertoo järvestä koituvan taloudellista hyötyä ja järven tilalla olevan suuri merkitys. Puolet vastaajista ilmoitti järven tilan olevan hyvä ja toinen puoli vastasi puolestaan järven tilan olevan välttävä. Hieman yli puolet vastaajista ilmoitti järven tilan pysyneen ennallaan, muutaman mielestä se on huonontunut ja muutaman mielestä parantunut. Enemmistö ilmoitti muutosten tapahtuneen joko 5-10 vuoden tai viimeisen viiden vuoden aikana. Valtaosan mielestä maa- ja metsätalous on syynä muutoksiin. Kolmanneksen mielestä ilmalaskeuma ja kalanviljely ovat muuttaneet järven tilaa. Kajoonjärven ongelmia ovat kyselyn mukaan verkkojen limoittuminen, leväkukinnat ja kalaston rakenne sekä vastaajista neljänneksen mielestä liettyminen, maalta tuleva kiintoaine ja vedenkorkeuden vaihtelut.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kiinnostus siihen. Yli puolet vastaajista ilmoitti järven tarvitsevan luultavasti kunnostustoimenpiteitä, ja muutaman mielestä järvi ei tarvitse kunnostustoimenpiteitä. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen, kalojen istutus ja hoitokalastus mainittiin sopivimpina kunnostuskeinoina. Ensisijaisen vastuun käytännön kunnostamisesta katsottiin olevan rantaja vesialueen omistajilla. Kolmanneksen mielestä valtion tulisi hoitaa käytännön työt. Kustannusten katsottiin kuuluvan valtion tai kunnan hoidettaviksi. Puolet vastaajista ei halua osallistua kunnostuksesta aiheutuviin kustannuksiin missään tapauksessa, kun taas toinen puoli mahdollisesti osallistuisi. Suurin este järven kunnostamiselle on varojen puute sekä se, etteivät viranomaiset ole puuttaneet asiaan.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Tietoa järveä koskevista asioista ovat vastaajat saaneet sanomalehdistä ja tuttavilta sekä itse tarkkailemalla järven tilaa. Lisätietoa kaivataan etenkin kunnostusmenetelmistä ja vesistöjen ongelmien aiheuttajista sekä rahoituslähteistä. Sopivina tiedotuskanavina mainittiin sanomalehdet, tiedotteet ja kirjeet. Luotettavimpina tiedon lähteinä pidettiin tutkijoita ja viranomaisia sekä paikallisia asukkaita.

3.3.7.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Kansalaiskyselyn perusteella Kajoonjärven tilaa pidetään hyvänä. Ravinnekuormitus näkyy järvessä lähinnä verkkojen limoittumisena sekä kiintoai-

neen lisääntymisenä. Asukkaat ja vapaa-aikaansa järvellä viettävät ihmiset haluaisivat joitain kunnostustoimenpiteitä tehtävän järvelle ja sen valuma-alueelle.

Ekologisen selvityksen ja vedenlaatutietojen perusteella Kajoonjärvi on hyvässä kunnossa. Alusveden happitilanne on ollut kohtuullisen hyvä järven suuresta syvyydestä huolimatta. Kasviplanktonissa on kuitenkin esiintynyt jonkin verran leväkukintoja aiheuttavaa sinilevää. Lisäksi pohjoisosasta otetun pohjasedimenttinäytteen mukaan järven ravinnetaso on noussut aivan viime aikoina. Kuormitustarkastelujen perusteella lähivaluma-alueen pohjoisosissa on ollut viime aikoina kunnostusojituksia, jotka ovat mahdollisesti lisänneet ravinnetasoa. Pohjaeläinten ja vesikasvillisuuden mukaan vesistö on hyvässä-erinomaisessa kunnossa. Lisäksi kalasto on erinomaisessa kunnossa.

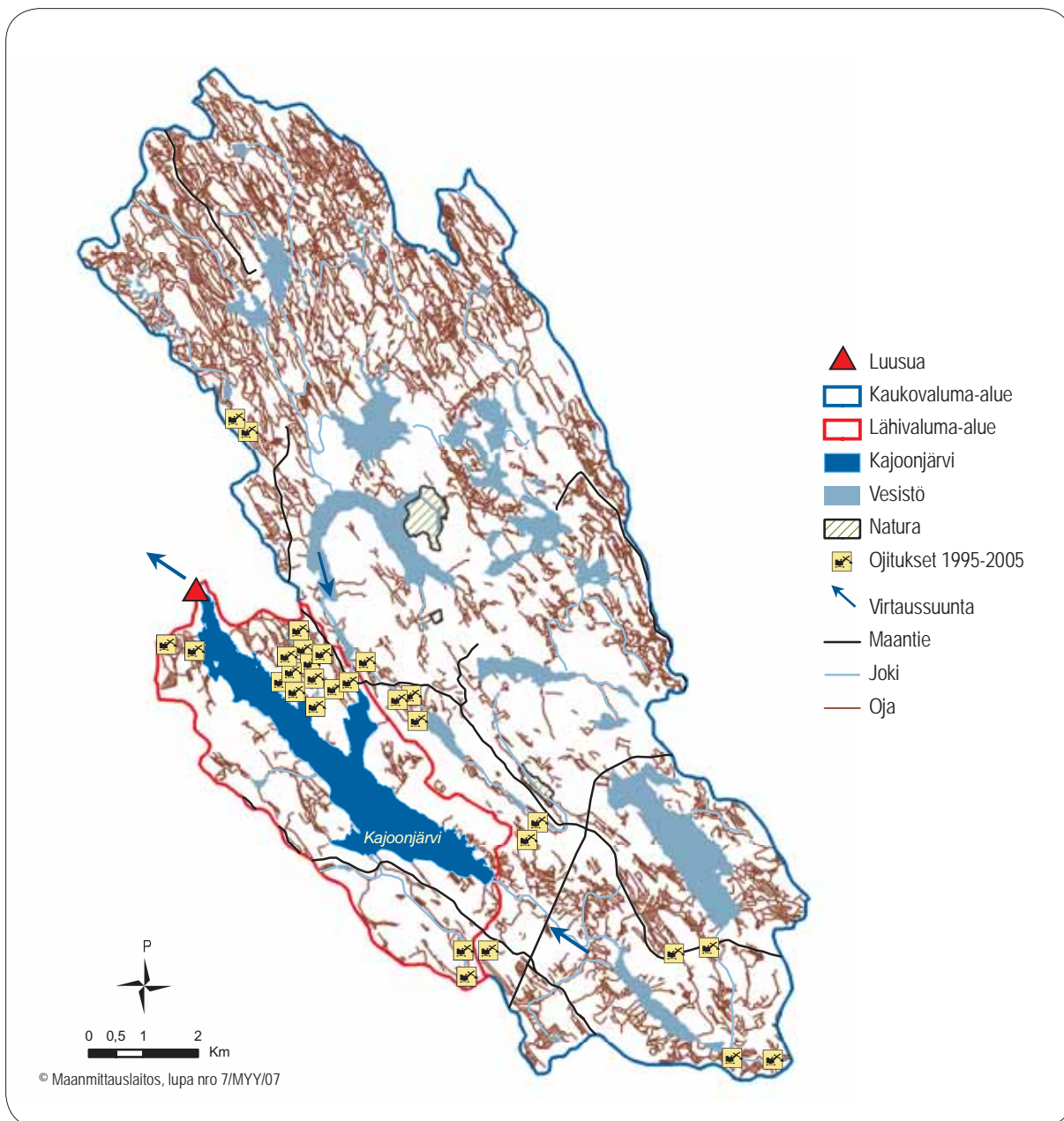
Kajoonjärvi ei selvitysten perusteella tarvitse suuria kunnostustoimenpiteitä. Veden ravinnepitoisuuden nousu järven pohjoisosissa antaa kuitenkin viitettä siitä, että valuma-alueella tehtävien maanmuokkaustoimenpiteiden yhteydessä tulee huolehtia vesiensuojelusta. Kajoonjärven lähivaluma-alue on suhteellisen pieni verrattuna järven kokoon ja sen turvemaasuus on melko matala. Järven tilavuus on suuri, mikä laimentaa sinne tulevaa orgaanista aine- ja ravinnekuormaa ja lisää järven sietokykyä. Pitkällä aikavälillä pohjaan saattaa kuitenkin sedimentoitua ainesta, josta myöhemmin alkaa vapautua ravinteita. Kaukovaluma-alueen järvisyys on yli 10 %. Suuri osa kaukovaluma-alueen ravinteista pidättyy kaukovaluma-alueelle. Maankäyttömuotojen mukaan Kajoonjärveen tulee kuormitusta maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta, joiden kaikkien vesiensuojelu tulee tarkistaa.

Kajoonjärveen laskee yhteensä 50 uomaa. Valuma-alueen laskujoet ja -purot luettelutina myötäpäivään alkaen pohjoisimmasta ovat:

- Iivonkoski, laskee Likolahteen.
- Kyyrinpuro, pohjoisrannalla.
- Kuusijoki, itäpuoli. Joki saa alkunsa Kuusijärvestä.
- Heikkurinpuro, laskee Mansikkalahteen. Saa alkunsa Lumipurosta, joka muuttuu Heikkurinpuroksi. Myös Pahalamesta tulevat vedet laskevat Heikkurinpuroa pitkin Mansikkalahteen. (eteläpuoli/eteläranta)
- Korsakkopuro, saa alkunsa Korsakkolammesta.

Kajoonjärven kunnostussuositusten pääpaino keskittyy järven ranta-alueille ja etenkin tulouomien tarkasteluun. Ulkoisen kuormituksen havaitsee mm. järveen tulevien ojien ja purojen edustan rehevöitymisen asteesta. Kaukovaluma-alueen pohjoinen osa on kaikkein voimaperäisimmän ojitettu, kuva 21. Lähivaluma-alueen pohjoisosissa

on kohtalaisen isoja (vanhoja) ojitusaluita, joiden vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuutta ja riittävyyttä tulisi tarkastella. Alueisiin kuuluu mm. Kuikkalamminsuu, Murhilammensuo ja Kajoonrantasuo. Suot on kunnostusojitettu 2000-luvun taitteessa.



Kuva 21. Kajoonjärven ojitusalueet ja vuosina 1995-2005 ilmoitetut kunnostusojitusalueet.

Kinnasjärvi

Kinnasjärvi sijaitsee Tuupovaarassa, joka liitettiin Joensuun kaupunkiin 1.1.2005. Järven pinta-ala on 139 ha ja rantaviiva 14 km. Järven syvin kohta on 22 m ja keskisyyvyys 4,4 m. Keskiviipymä on lyhyt noin 21 vuorokautta. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittely-ohjeistuksen mukaan järvi kuuluu runsashumukisiin järviin. Kinnasjärvellä on neljä saarta, joista kolme on yli hehtaarin kokoisia. Kinnasjärveen tulevat vedet laajalta kaukovaluma-alueelta mm. Riuttajärvestä ja ohjautuvat pois Alajärven kautta Kuuttijokeen. Yläpuolisia, kolmannen jakovaiheen, kaukovaluma-alueita on Kinnasjärvellä muihin hankejärviin verrattaessa paljon, kaikkiaan 5. Alueella toimii Kinnasniemen kylätoimikunta.

Kinnasjärvi on ollut mukana Geologian tutkimuskeskuksen vetämässä hankkeessa Järvisedimentit kuiva-aineen ja hiilen nieluina (Pajunen 2004), missä siitä otettiin 3,26 m pitkä sedimenttipatsas järven pohjasta. Sedimenttipatsaasta saatujen tutkimustulosten mukaan Kinnasjärvi on syntynyt mannerjäätikön peräännyttyä alueelta noin 12 200 vuotta sitten, mikä sedimenttipatsaassa vastaa 3,22 m syvyyttä. Radiohiiliajoituksen perusteella alin 160 cm vastaa suunnilleen kuroutumista seurannutta reilua 2000 vuotta ja ylin n. 160 cm viimeistä 9000 vuotta.

Hankkeen aikana Kinnasjärveltä selvitettiin maankäyttöä ja kuormitus ja tutkittiin kasviplankton, pohjaeläimistö, kalasto ja vesikasvillisuus, pohjasedimentin piilevät sekä veden laatu.

3.3.8.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Kinnasjärven lähivaluma-alue on noin 1 002 ha ja sen järvisyys on 17 % koostuen valtaosalta itse Kinnasjärvestä. Metsiä on maa-alasta noin 84 %, turvemaita 16 %, maatalousmaata 10 % ja avosoita vain 1 %, kuva 22. Alueella elää vakituisesti noin 50 henkeä 25 eri kiinteistössä. Kesämökkejä on miltei saman verran, 23 kappaletta.

Lähivaluma-alueen maaperä koostuu suurimalta osin tonaliitti-, trondhjemitti- ja granodioriittigneissistä ja migmatiitista. Vedenhankintaan soveltuvia II luokan pohjavesialueita on yhteensä 171,7 ha. Valuma-alueella sijaitsee Multikankaan vanhojen metsien suojeluohjelmaan kuuluva alue, joka on kooltaan 24,1 ha.

Kinnasjärven kaukovaluma-alue koostuu viidestä kolmannen jakovaiheen valuma-alueesta, joiden yhteisala on noin 27 095 ha. Sen järvisyys

on 7 %, mm. 721 ha suuruisen Eimisjärven vedet laskevat Kinnasjärveen. Metsämaata on maa-alasta 92 %, josta 26 % harvapuustoisia. Turvemaita on 30 % ja avosoita 5 %. Maatalousmaan osuus on 2 %. Vakituksessa asuinkäytössä on noin 170 kiinteistöä, joissa asuu noin 370 henkeä. Kesämökkejä alueella on noin 200.

Kinnasjärven lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 220 kg, 0,22 kg ha⁻¹ ja typpikuorma 4 200 kg, 4 kg ha⁻¹, kuva 23. Maatalouden osuus fosforikuormituksesta on suuri, 46 %. Metsätaloustoimien ja asutuksen osuudet ovat sen sijaan pienet, 5-6 %. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus yhteensä on 42 %. Typpikuormitus on peräisin lähinnä maataloudesta (29 %), mutta myös metsätaloustoimien osuus on suhteellisen korkea (27 %). Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus ovat yhteensä 43 %.

Kinnasjärven kaukovaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuormitus on lähes 2 650 kg, 0,10 kg ha⁻¹, mistä luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat 66 %, kuva 24. Maatalouden osuus on 16 % ja metsätaloustoimien 14 %. Yhdyskuntaperäisen kuormituksen osuus on suurehko, 4 %, verrattuna kaukovaluma-alueen kokoon ja siihen, ettei alueella sijaitse kyläkeskuksia. Alueen haja- ja loma-asutus nostavat asutuksen osuutta.

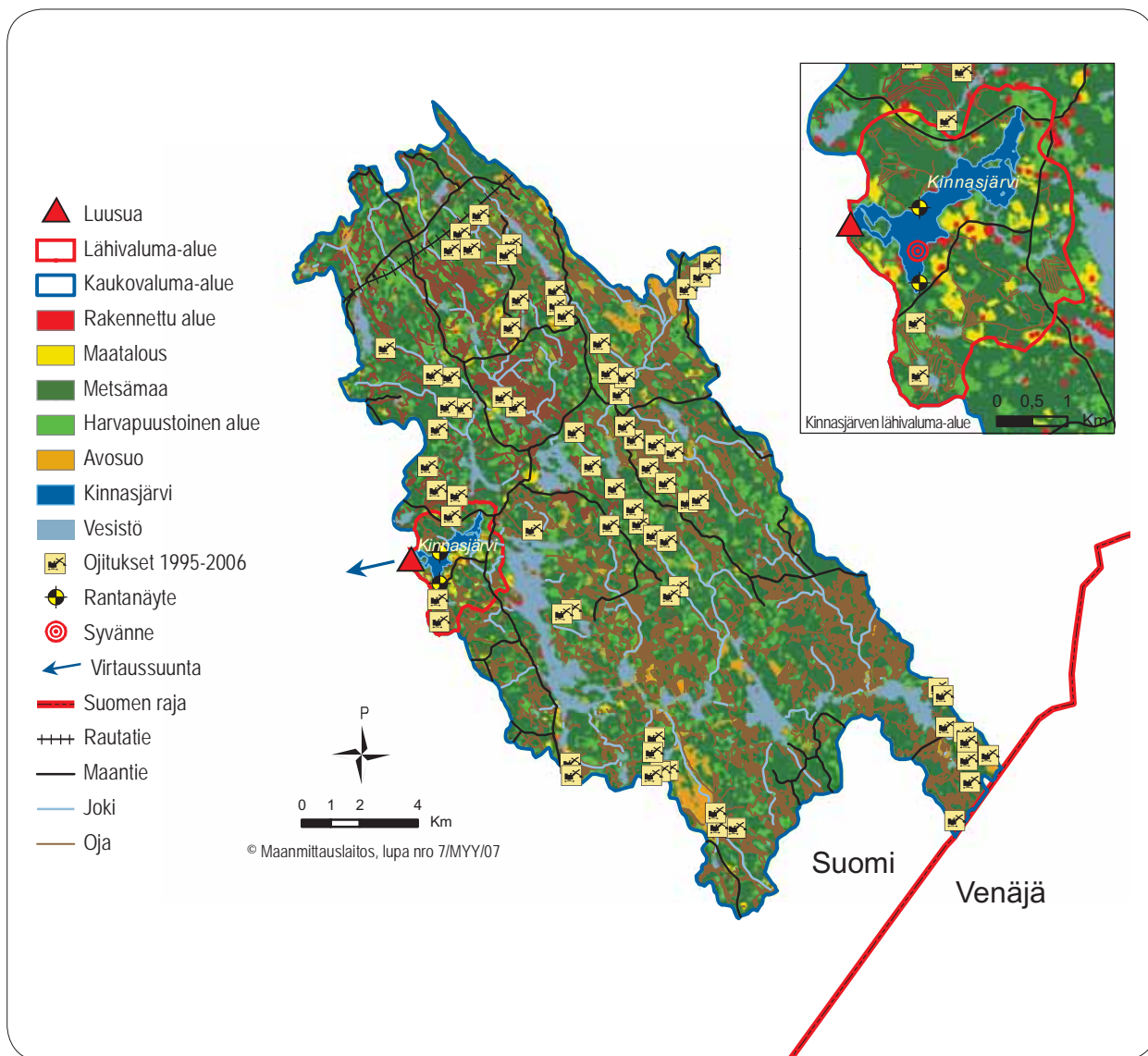
Kaukovaluma-alueen laskennallinen vuotuinen typpikuormitus on noin 84 300 kg, 3 kg ha⁻¹, kuva 24. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat siitä yhteensä 48 %. Metsätaloustoimien osuus on 45 %. Maatalouden osuus on 6 % ja yhdyskuntaperäinen kuormitus vain yhden prosentin.

Kinnasjärven lähivaluma-alueen ojitusintensiteetti on 48 ojametriä hehtaarilla. Kunnostusojitusten määrä viimeisen 10 vuoden aikana on ollut vähäinen, noin 18 ojametriä yhteensä 7 ha alalla. Kaukovaluma-alueiden yhteenlaskettu ojitusintensiteetti on 77 ojametriä hehtaarilla. Viimeisen 10 vuoden aikana on kunnostusojitusilmoituksia annettu noin 154 577 ojametriä noin 553 ha alueella. Lähivaluma-alueen ojitusten vapauttama kuormitus alapuoliseen vesistöön on vuonna 2004 ollut fosforin osalta noin 0,14 kg ja typen osalta 7 kg. Kaukovaluma-alueiden vastaavat luvut ovat 17 kg ja 457 kg.

3.3.8.2

Ekologinen tila

Kinnasjärvi kuului intensiivisesti tutkittaviin järviin ja sen ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden ja koekalastuksen avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla.



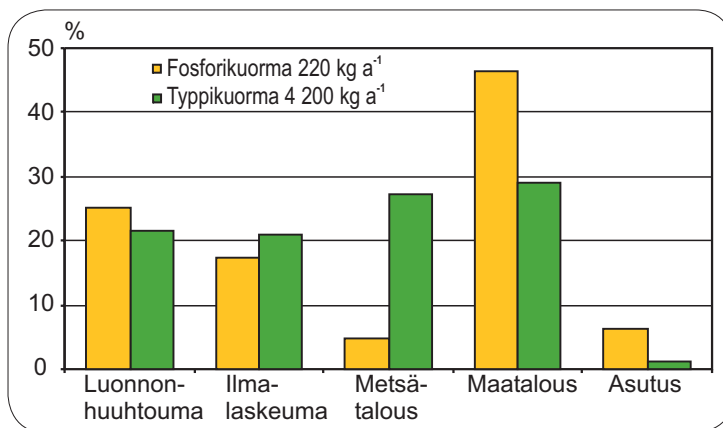
Kuva 22. Kinnasjärvi valuma-alueineen. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1995-2006 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet sekä näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) ja syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).

Kasviplankton. Kesällä 2005 oli Kinnasjärven kasviplanktonin biomassa keskimäärin $0,61 \text{ mg l}^{-1}$ ja klorofyllipitoisuus $10,1 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi on Heinosen (1980) luokituksen mukaan mesotrofinen, lievästi rehevä järvi. Kasviplanktonin biomassan ja myös veden klorofyllipitoisuuden vaihtelu oli huomattavaa avovesikaudella 2005. *Gonyostomum semen* levää tavattiin kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana kaikista näytteistä, mutta heinäkuussa sitä oli runsaimmin. Sinileviä oli kaikilla havaintokerroilla vähän. Kinnasjärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella erinomaiseksi.

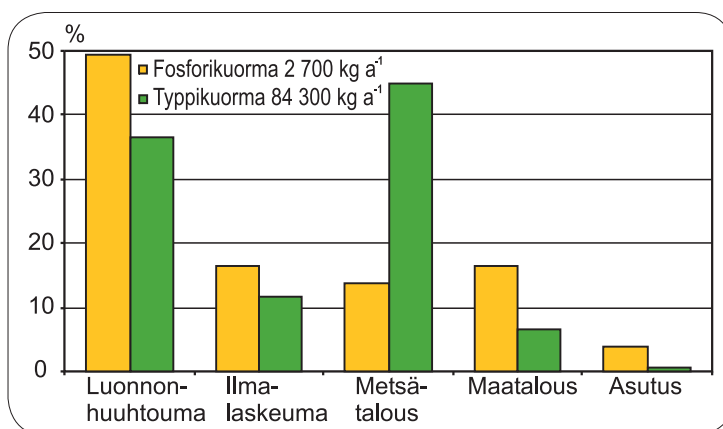
Pohjaeläimet. Kinnasjärven pohjan läheisen kerroksen hapettomuudesta johtuen pohjaeläinten määrä ja tiheys ovat pieniä. Myöskään luokitteluun tarvittavia pohjanlaatuindeksejä ei saatu laskettua indikaattorilajien puutteen takia. Kinnasjärvi sijoitui pohjaeläinten perusteella välttävään tilaan, mihin vaikuttaa erityisesti pohjan hapettomuus. Lajisto ilmentää lisäksi korkeita ravinnepitoisuuksia.

Vesikasvillisuus. Kinnasjärvessä on jyrkästi syvenevät, erittäin karut kivikkorannat. Rannoilla on merkkejä joskus toteutetusta järven laskusta. Kasvillisuuslinjat ovat nopeasta syvenemisestä johtuen lyhyitä. Kasvillisuus on koko järvellä hyvin samanlaista: viettävillä rannoilla paikoin kortetta

Kuva 23. Kinnasjärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 24. Kinnasjärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



ja järviruokoa, syvemmillä kapea kelluslehtivyöhyke. Kasvillisuuden perusteella Kinnasjärvi on keskirehevä järvi ja kuuluu luokittelun perusteella luokkaan hyvä.

Kalasto. Kinnasjärveen on istutettu siikaa ja kuhaa 1980-, 1990- ja 2000-luvulla. Kalaosakaskunnalle tehdyn kyselyn mukaan istutukset ovat onnistuneet hyvin. Yleisesti kalakanta ja järvi ovat tyydyttävässä kunnossa. Petokalojen luontainen lisääntyminen on järvessä hyvä ja siellä esiintyy rapuja. Kinnasjärven alueella toimii Kinnasniemen osakaskunta.

Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen mukaan kalakanta on erinomaisessa - hyvässä kunnossa. Kalojen yksilömäärä laskee järven kalakannan arvon vesipuitedirektiivin mukaisessa luokittelussa hyvään.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hankkeeseen haetun näytteen piileväanalyysin mukaan Kinnasjärvi on kautta aikojen ollut melko runsasravinteinen. Kinnasjärvi on reittivesityyppinen järvi, jolla on pieni lähivaluma-alue, mutta suuri kaukovaluma-alue. Valuma-alueen maankäyttö vaihtelee metsätaloudesta runsaaseen maatalouteen eli haja-kuormitusveden laatu vaihtelee suuresti. Se näkyy

lajistovaihteluissa; metsäisiltä turvemailta tulleet vedet ovat lisänneet hapahkojen humusvesien lajistoa, kun taas rehevyys näkyy sekä rehevien humusvesien että neutraalien runsasravinteisten vesistöjen lajien lisääntymisenä.

Vedenlaatu. Avovesiaikana 2005 Kinnasjärven vesi oli tummaa, humuksen värjäämää ja varsinkin keväällä hapahkoa. Päälyysveden lämpötila oli korkeimmillaan 23,8 °C. Keskikesällä ja vielä syyskuun puolivälissäkin järvi oli kerrostunut lämpötilan suhteen. Kesän aikana happitilanne huonontui, mutta happikatoa ei todettu. Pohjanläheinen kohonnut kokonaisfosfori- ja rautapitoisuus osoittivat, että alusveden hapen niukkuuden seurauksena sedimentistä liukeni ravinteita ja rautaa veteen. Lisäksi elokuun alkupuolella happitilanteen huonontuessa alusvedessä kemiallinen hapenkulutus suureni päälyysveden arvoon nähden selvästi.

Päälyysveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli kesän aikana 17 ja 20 µg l⁻¹ ja kokonaistyyppipitoisuus 410 ja 580 µg l⁻¹ välillä. Keskikesän klorofyllipitoisuudet olivat korkeita ja ilmensivät Kinnasjärven rehevyyttä. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Kinnasjärvi voidaan luokitella hyvään tai tyydyttävään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

Kansalaiskysely

Kinnasjärven alueelle lähetettyihin kyselyihin vastattiin kohtalaisesti. Kyselylomakkeita lähetettiin 56 kappaletta ja palautettiin yhteensä 16. Vastausprosentti oli 29 %. Vastaajista 9 oli miehiä ja 6 naisia. Ikä painottui 50-60 vuotiaisiin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä joko säännöllisesti tai satunnaisesti. Yli puolella vastaajista on vapaa-ajan asunto. Suosituin käyttömuoto on kalastus, uiminen sekä maisemasta nauttiminen. Tärkeimmiksi ominaisuuksiksi virkistyskäytön kannalta kerrottiin veden laatu ja kalasto. Hieman yli puolet vastaajista ilmoitti järvestä olevan hyötyä alueen asukkaille. Puolet vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa. Puolet vastaajista ei ole halukkaita osallistumaan järjestäytyneeseen toimintaan järven hyväksi.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tila-arvio jakaantui vastauksissa tasan hyvän ja välttävän kesken. Suurin osa vastaajista ilmoitti järven kunnolla olevan taloudellista merkitystä. Suurin osa arvioi järven tilan pysyneen ennallaan, vain muutaman mielestä se oli huonontunut. Ajankohtaa muutokselle ei osattu sanoa. Järven tilaan vaikuttaneiksi tekijöiksi nimettiin metsätalous. Pahimmat ongelmat Kinnasjärvellä ovat vastaajien mielestä muutokset vedenpinnankorkeudessa, verkkojen limoittuminen sekä lisääntynyt vesikasvillisuus.

Järven kunnostustarve ja paikallisten innokkuus kunnostukseen. Järven arveltiin tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä. Puolet vastaajista ilmoitti järven luultavasti tarvitsevan, kun taas noin puolet vastaajista ei osannut sanoa, tarvitseeko järvi kunnostustoimenpiteitä. Sopiviksi toimiksi katsottiin kalojen istutus, ulkoisen kuormituksen vähentäminen ja vesikasvien poisto.

Ensisijaisesti vastuulliseksi kunnostustoimista ja kustannuksista katsottiin valtio ja kunta. Muutamat olivat myös sitä mieltä, että ranta- ja vesialueen omistajat ovat ensisijaisesti vastuussa järven kunnostamisesta. Puolet vastaajista ei halua osallistua kunnostuskustannuksiin, mutta kolmannes vastaajista ilmoitti olevansa mahdollisesti valmiita osallistumaan.

Suurimmaksi esteeksi järven kohentamiselle katsottiin olevan varojen puute ja viranomaisten puuttumattomuus asiaan. Koettiin myös, että järven alueen asukkailla ei ole tietoa vaikutusmahdollisuuksista eikä osallistumiskanavaa.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Eniten järveä koskevaa tietoa on saatu sanomalehdistä sekä tuttavilta. Kolmannes vastaajista ilmoitti, ettei ole

saanut järveä koskevaa tietoa mistään. Lisätietoa haluttaisiin kunnostusmenetelmistä, vesistöjen ongelmien aiheuttajista, mutta myös onnistuneista kunnostuksista. Tiedonvälityskeinoiksi toivottiin sanomalehtiä sekä tiedotteita ja kirjeitä. Muutamat vastaajat mainitsivat internetin ja pienryhmätilaisuudet sopiviksi tiedonvälityskeinoiksi. Luotettavimmiksi tiedonlähteiksi mainittiin tutkijat.

3.3.8.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Kinnasjärvi on kansalaiskyselyn perusteella suhteellisen hyvässä kunnossa, kuitenkin merkkejä rehevöitymisestä on ilmaantunut; vesikasvillisuus on lisääntynyt ja verkot limoittuvat. Lisäksi vedenkorkeuden vaihtelut aiheuttavat ongelmia. Järvi on aktiivisessa käytössä ja sillä on virkistysellistä arvoa laajemmin kuin vain alueen asukkaille. Metsätalouden arvioitiin olevan suurin muutosten aiheuttaja.

Ekologisen selvityksen, vedenlaadun sekä pohjasedimentin piilevien perusteella Kinnasjärvi on kohtuullisen hyvässä kunnossa oleva järvi, joka näyttäisi aina olleen melko rehevä. Alusvedessä on välillä hapettomuutta, mikä aiheuttaa ravinteiden ja raudan vapautumista sedimentistä. Pohjaeläinten mukaan järvi on rehevä ja alusveden hapettomuus vähentää niiden määrää. Kasviplanktonin mukaan järvessä esiintyy limalevää ja sinilevää, mutta kasviplanktonin biomassan perusteella järvi on erinomaisessa kunnossa. Kinnasjärven kalasto on hyvässä kunnossa.

Kinnasjärvi on luonteeltaan reittivesi: sillä on pieni lähivaluma-alue, mutta suuri turvemaapitoimen kaukovaluma-alue. Lisäksi viipymä on melko lyhyt, noin 21 päivää. Valuma-alueiden ojitusintensiteetti sekä laskennallinen ravinnekuorma suhteessa järven tilavuuteen ovat suuria. Lyhyt viipymä tuo järveen paljon ravinteita, mutta veden kohtuullisen hyvä virtaus vie niitä myös pois. Kaukovaluma-alueiden järvisyys on pieni, jolloin kaukovaluma-alueen ravinnekuorma ei juuri pidä yläpuolisiin vesistöihin, vaan päättyy Kinnasjärveen.

Kinnasjärven ongelmat tulevat esiin mahdollisesti hetkittäin johtuen usein alusveden hapettomuudesta ja sen aiheuttamista ravinnepestöistä. Metsätalouden lisäksi Kinnasjärveen kertyy kuormitusta maataloudesta, jonka osuus kuormituksesta on hankejärvistä suurin. Maataloudesta peräisin oleva ravinnekuormitus on usein liukoisessa muodossa ja heti kasvillisuuden käytettävissä johtaen rehevöitymiseen.

Kinnasjärveen kohdistuvaa kuormitusta tulisi vähentää, jotta järven tila ei huonone. Kunnostuk-

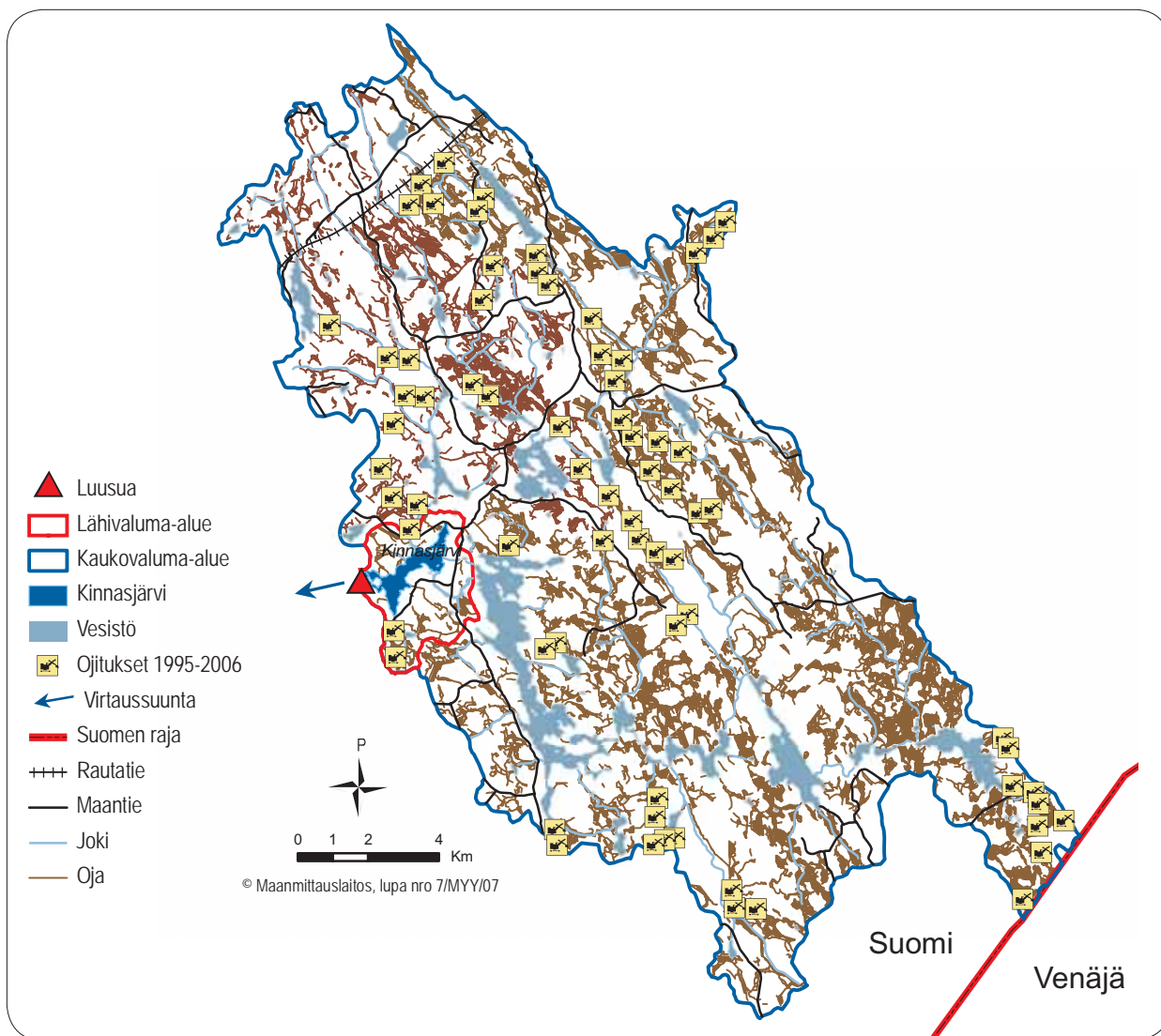
sen tulisi ulottua lähivaluma-alueen lisäksi kaukovaluma-alueelle. Orgaaninen aines kuljettaa mukanaan vesistöön ravinteita, jotka sedimentoituvat pohjaan. Lisäksi orgaaninen aines tarvitsee hajotessaan happea, jolloin alusvedessä saattaa tulla puutetta hapesta, mikä taas vapauttaa ravinteita pohjasedimentistä.

Kinnasjärven välittömässä läheisyydessä ei ole suuria ojitusalueita, kuva 25. Läheisillä suoalueilla on kuitenkin tehty kunnostusojituksia 2000-luvun taitteessa. Kinnasjärveen laskee yhteensä noin 20 uomaa. Valuma-alueen laskujoet ja -purot luetteluna myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta.

- Eimisjärvestä laskevat kaksi puroa (idästä)
- Porttipuro saa alkunsa Hepolammesta
- Kalatonlammesta laskeva oja/puro
- Riuttanen (järvi) laskee Kinnasjärven Kallioniemeen.

Valuma-alueelle soveltuviin vesiensuojelutoimenpiteisiin kuuluu mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, lietekuopat sekä purokunnostus. Järven laajalla valuma-alueella korostuu erityisesti se, että vesiensuojelutoimenpiteet tulee tehdä lähellä kuormituskohdetta jo kaukovaluma-alueella.

Maatalouden osuus Kinnasjärven maankäytöstä on noin kymmenen prosenttia järven lähivaluma-alueella. Maatalouden osuus kuormituksesta on järven lähivaluma-alueella merkittävä. Vaikka maataloutta ohjaavat useat direktiivit ja asetukset, tulisi suojavyöhykkeiden ja muiden vesiensuojelutoimenpiteiden riittävyttä tarkastella kuormituksen rajoittamiseksi. Maatalouden lisäksi haja-asutuksen määrä valuma-alueella on suuri ja sen vesiensuojelu tulisi hoitaa tämän hetkisten asetusten mukaisesti. Haja-asutukselle on omat jätevesiä koskevat ohjeistukset.



Kuva 25. Kinnasjärven ojitusalueet ja vuosina 1995-2006 ilmoitetut kunnostusojituskohteet.

Koppelojärvi

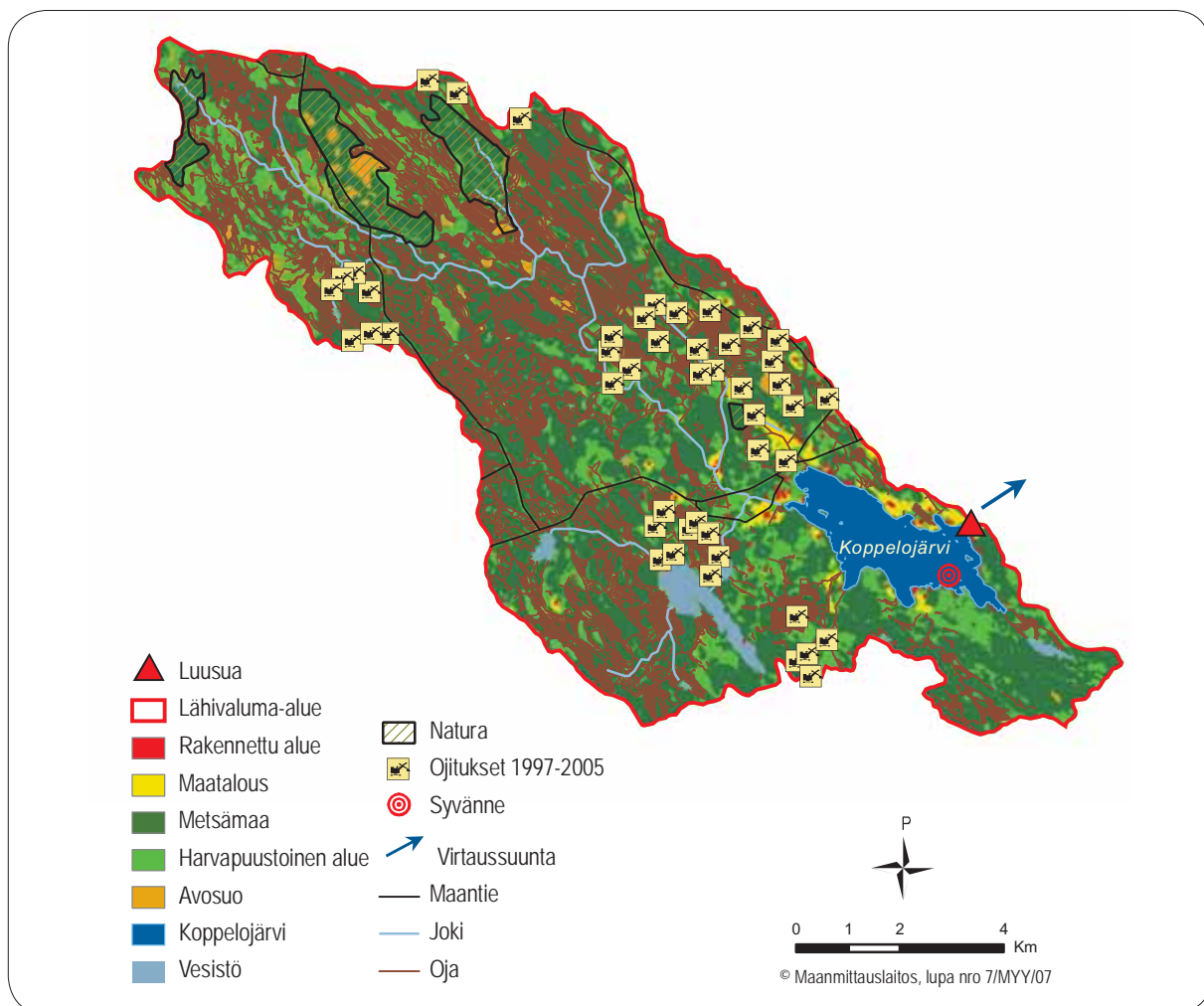
Koppelojärvi sijaitsee Valtimon kunnan alueella lähellä Rautavaaran rajaa. Se on kohdejärvistä suurimpia, 471 ha ja sillä on rantaviivaa 19 km. Saaria on 16, joista ainoastaan yksi on yli hehtaarin suurinen. Järven keskisyvyys on 4,6 m ja suurin syvyys 19 m. Keskiviipymä on noin 6 kk. Tyypittelyn mukaan järvi kuuluu runsashumuksisiin järviin (Ympäristöministeriö 2006, Suomen ympäristökeskus 2007). Koppelojärven pohjoispäähän Vasikkalahteen laskee Palmikkijoki. Järvi laskee vetensä Koppelojoen ja Matkusjoen kautta Haapajärveen ja siitä edelleen Kuokkastenjärven kautta Pieliseen. Hankkeen yhteydessä Koppelojärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö sekä kuormitus ja tutkittiin kalasto, pohjaeläimistö, kasviplankton, vesikasvillisuus ja sedimentin piilevästö ja veden laatu.

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

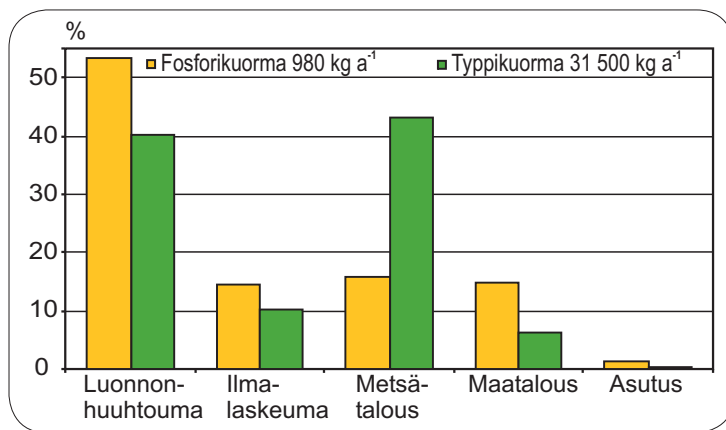
Koppelojärvi on latvajärvi, jonka laajan, noin 10 596 ha suuruisen lähivaluma-alueen järvisyys on 6 % koostuen pääasiassa itse Koppelojärvestä, kuva 26. Maa-alasta suuri osa, 94 %, on erilaisia metsiä. Turvemaosuus on 39 %, avosoiden osuus 4 % ja maatalousmaan osuus on 2 %. Asutus on keskittynyt Koppelonjärven läheisyyteen: vakituksia asukkaita on viitisenkymmentä noin 20 kiinteistössä ja vapaa-ajanasuntoja 31 kappaletta. Valuma-alueesta on 48 % Metsähallituksen omistuksessa.

Koppelojärven valuma-alueen kallioperästä on paragneissia, 65 %. Vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita ei alueella esiinny. Natura alueita on 532,7 ha.

Koppelojärven lähivaluma-alueen vuotuinen fosforikuormitus on noin 980 kg, 0,09 kg ha⁻¹ ja typpiikuormitus noin 31 500 kg, 3 kg ha⁻¹, kuva 27.



Kuva 26. Koppelojärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1997-2005 aikana ilmoitetut kunnostusohjaukset sekä syvännenäytteenottopaikka (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).



Kuva 27. Koppelojärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 68 % fosforista ja 50 % typestä. Metsätaloustoimenpiteiden osuus fosforikuormituksesta on 16 % ja maatalouden 15 %. Typpikuormasta metsätaloustoimenpiteiden osuus on 43 % ja maatalouden 6 %.

Koppelojärven valuma-alue on tiheään ojitettua, ojitusintensiteetti on 121 ojametriä hehtaarilla. Kunnostusojituksia on ilmoitettu viimeisen 10 vuoden ajalle 131 946 ojametriä 470 ha alueelle, mikä vastaa 4,4 %:n alaa koko valuma-alueesta. Kunnostusojitusten laskennallinen ravinnekuormitus vuonna 2004 oli fosforin osalta 38 kg ja typen osalta 430 kg. Harvapuustoisia alueita on 25 %.

3.3.9.2

Ekologinen tila

Koppelojärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden ja koekalastuksen avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla.

Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Koppelojärven kasviplanktonin biomassa oli 2,51 mg l⁻¹, ja klorofyllipitoisuus hyvin korkea 44,0 µg l⁻¹. Kohonnut levämäärä voitiin havaita veden samentumisena ja valaistun vesikerroksen madaltumisena. Kasviplanktonin biomassan perusteella tämä järvi luokitellaan Heinosen (1980) raja-arvojen perustella reheväksi. Kasviplanktonin biomassan pääosan muodosti *Gonyostomum semen* -levä ns. limalevä. Sinilevien osuus kokonaisbiomassasta oli pieni, joskin massaesiintymiä muodostava *Anabaena* sp. (Nostocales) oli lukumääräisesti runsain. Koppelojärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella tyydyttäväksi – välttäväksi.

Pohjaeläimet. Pohjaeläinanalyysin mukaan Koppelojärven lajisto on tyypillinen reheville järville. Vesipuitteidirektiiviä mukailevan luokituksen mukaan Koppelojärvi kuuluu tyydyttävään luokkaan.

Vesikasvit. Koppelojärvellä vallitsevat kivikkorannat ja paikoitellen esiintyy soraa ja savea. Järveä ympäröivät pellot pohjois- ja luoteisrannoilla. Vesikasvillisuus on erittäin niukkalajinen, korte on hyvin yleinen ja runsas, kuin myös ulpukka. Pohjaruusu- ja kaskasveja ei esiinny. Vesikasvillisuuden perusteella järvi luokituu välttäväksi – huonoksi.

Kalasto. Koppelojärveen on istutettu kuhaa noin joka toinen vuosi ja siikaa vuosittain. Säynettä, haukea ja järvitaimenta on istutettu muuttaman kerran. Kalaosakaskunnan puheenjohtajalle lähetetyn kyselyn mukaan kuhakanta on runsas ja siikaa esiintyy kohtalaisesti. Kuhakanta on lisääntynyt voimakkaasti ja sen istutusta on rajoitettu niin, että istutuksia ei ole tehty viimeisen 3 vuoden aikana. Ahven-, särki-, siika- ja haukikanta ovat kohtalaisia ja lahnakin lisääntyy. Petokalojen lisääntyminen näyttäisi yleisesti olevan kohtalainen. Rapua on istutettu kertaalleen 1990-luvulla ja sitä esiintyy yksittäisiä kappaleita. Yleisesti ottaen järvi on aikaisemmin ollut puhtaampi. Liettyminen on lisääntynyt runsaasti, mutta maatalouden kuormituksen ei katsota lisääntyneen (suullinen tieto Pertti Kuusela).

Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen mukaan Koppelojärven kalakanta on hyvässä kunnossa. Vesipolitiikan puitteidirektiivin mukaisen luokittelun mukaan järvi on myös hyvässä kunnossa, kalojen biomassa ja yksilömäärä alentavat arvoa hieman vertailuarvosta erinomainen.

Pohjasedimentin piilevät. Paleolimnologisen analyysin mukaan Koppelojärvi on muuttunut niukkaravinteisesta järvestä reheväksi. Piilevä-lajisto viittaa ravinteikkaisiin turvemaiden valumavesiin. Sedimenttipatsaan pintaa kohden ovat lisääntyneet lajit, joita tavataan hyvinkin rehevissä vesissä. Lisäksi planktisten lajien osuus kasvaa selvästi, mikä on yleistä rehevöitymisen yhteydessä. Hehkuskevennysnäytepatsas on lyhyt, mikä vaikeuttaa ja vähentää siitä tehtäviä johtopäätöksiä. Verrattaessa piilevästratigrafiaa ja hehkuskevennyksen profiilia, sijoittuu piilevälajiston suu-

rin muutos noin 13 cm kohtaan. Hehkutusjäännös kattaa patsaan pituudesta hieman sen alapuolelle. Lähellä pintaa (6,5 cm syvyydessä sedimenttipat-saassa) hehkutusjäännös nousee viitaten minero-geenisen aineksen määrän lisääntymiseen johtuen valuma-alueen maankäytön intensiivisyydestä.

Vedenlaatu. Koppelojärven vedenlaatua on seurattu harvakseltaan vuodesta 1966 lähtien. Elokuun alussa 2005 järven vesi oli tummaa ja melko hapanta. Näkösyvyys oli alhainen, vain 1,4 metriä. Lämpötila päällysvedessä oli elokuun alussa 19,3 °C, jolloin järvi oli lämpötilan suhteen kerrostunut. Alusveden happitilanne oli huono, minkä seurauksena ravinne- ja rautapitoisuudet kohosivat selvästi pohjan lähellä. Lisäksi kemiallisen hapen-kulutuksen, sähkönjohtokyvyn ja sameuden arvot alusvedessä nousivat tällöin. Koppelojärven päällysveden kokonaisfosforipitoisuus ja kokonaisytyypipitoisuus olivat korkeita ja yhdessä korkean klorofyllipitoisuuden kanssa ne ilmentävät järven rehevyyttä. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituk-sessa Koppelojärvi olisi luokiteltavissa hyvään luokkaan näkösyvyyden perusteella, kun taas ko-konaisfosforin perusteella luokka olisi tyydyttävä ja klorofyllipitoisuutensa perusteella luokka olisi välttävä.

3.3.9.3

Kansalaiskysely

Koppelojärven kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 36, 8 miestä ja 6 naista. Ikäjakama painottui 40-60-vuotiaisiin. Hankkeen aikana pidettiin kyläilta 22.6.2006, jossa kerrottiin paikallisille asukkaille hankkeesta ja sen alustavista tuloksista. Muutamat ihmiset täyttivät kyselyn kyläillassa.

Järven käyttö. Kaikki vastaajat liikkuvat järven alueella, valtaosa säännöllisesti. Kalastus, uiminen, metsästys ja ajanvietto vapaa-ajan asunnolla ovat suosituimmat järven käyttömuodot. Virkistyskäytön kannalta tärkeintä ovat veden laatu ja kalasto. Puolelle vastaajista myös maisema, linnusto ja rantakasvillisuus ovat tärkeitä. Yli puolen mielestä järvestä on hyötyä sekä yksittäisille ihmisille että laajemmin alueen asukkaille ja muutaman mukaan myös matkailulle. Järvellä on myös taloudellista merkitystä valtaosalle vastaajista. Koppelojärvellä on vireää kylätoimintaa, johon osallistuu kolman-nes vastaajista. Vastaajista hieman alle puolet on vesialueen omistajina järven osakaskunnassa.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilalla koettiin olevan paljon merkitystä. Suurin osa vastasi järven olevan hyvässä tilassa, muuta-man mielestä se oli välttävä. Järven tilan arveltiin joko parantuneen tai pysyneen ennallaan. Vain muutama ilmoitti sen huonontuneen. Kolmannes

vastaajista ilmoitti muutosten tapahtuneen viimei-sen 5 vuoden aikana. Yli puolet vastaajista ei osan-nut määrittää muutosten tapahtumisaikakohtaa.

Metsätalous oli vastaajien mielestä suurin syy järven kunnon huononemiseen. Pahimmiksi on-gelmiksi järvellä nimettiin liettyminen, rantojen umpeenkasvu sekä verkkojen limoittuminen. Kolmannes vastaajista ilmoitti, ettei järvessä ole ongelmia.

Järven kunnostustarve ja paikallisten innokkuus. Kunnostustoimenpiteiden tarpeellisuudesta ei osattu sanoa. Kaikki vaihtoehdot saivat kannatusta. Kunnostustoimenpiteistä kalojen istutus ja vesikasvien poisto sekä rantojen ruoppaaminen arveltiin tarpeellisiksi. Vastausten mukaan ensisi-jainen vastuu kunnostustoimista ja niiden kustan-nuksista kuuluu valtiolle. Suurin osa vastaajista on kuitenkin mahdollisesti valmiita osallistumaan kunnostuskustannuksiin. Varojen puutetta pidet-tiin suurimpana esteenä järven tilan kohentami-selle.

Järveä koskeva tieto. Koppelojärven asukkaat ovat saaneet tietoa järvestä pääosin sanomaleh-distä, tutkimuksista ja selvityksistä sekä tuttavilta. Lisätietoa haluttaisiin rahoituslähteistä, kunnos-tusmenetelmistä sekä muista toteutuneista kun-nostushankkeista. Sopivia tiedonlähteitä olisivat vastaajien mielestä sanomalehdet, internet ja pien-ryhmätillaisuudet. Luotettavimmaksi tiedonläh-teeksi mainittiin tutkijat ja paikalliset asukkaat.

3.3.9.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Koppelojärven valuma-alueen asukkaat ovat kiin-nostuneita järven tilasta. Suurin osa vastaajista liikkuu säännöllisesti järven ympäristössä ja järvi on aktiivisessa virkistyskäytössä. Suurin osa vas-taajista ilmoittaa järven olevan hyvässä kunnossa ja tilan jopa parantuneen, mutta lisäksi ilmenee myös monia ongelmia kuten liettyminen, verkko-jen limoittuminen ja rantojen umpeenkasvu. Järven kunnostustarvetta ei osattu arvioida.

Ekologisen selvityksen, vedenlaadun ja poh-jasedimentin piilevien perusteella Koppelojärvi on rehevöitynyt ja järvi on tyydyttävässä kunnossa. Kalasto on Koppelojärvessä hyvässä kunnossa. Pa-leolimnologisen tutkimuksen mukaan veden fosfo-ripitoisuus on noussut selvästi. Se näkyy myös kor-keina pitoisuuksina tämän hetkisisä mittauksissa. Kasviplanktonin ja pohjaeläinten mukaan järvi on rehevä ja tyydyttävässä kunnossa. Siellä esiintyy paljon limalevää sekä sinileviä. Vesikasvillisuus-lajisto on yksipuolista ja rannoilla kasvaa paljon kortetta ja ulpukkaa, jotka ilmentävät rehevyyttä.

Alusvesi kärsii hapettomuudesta kerrostuneisuuden aikana, mikä vapauttaa pohjasta ravinteita.

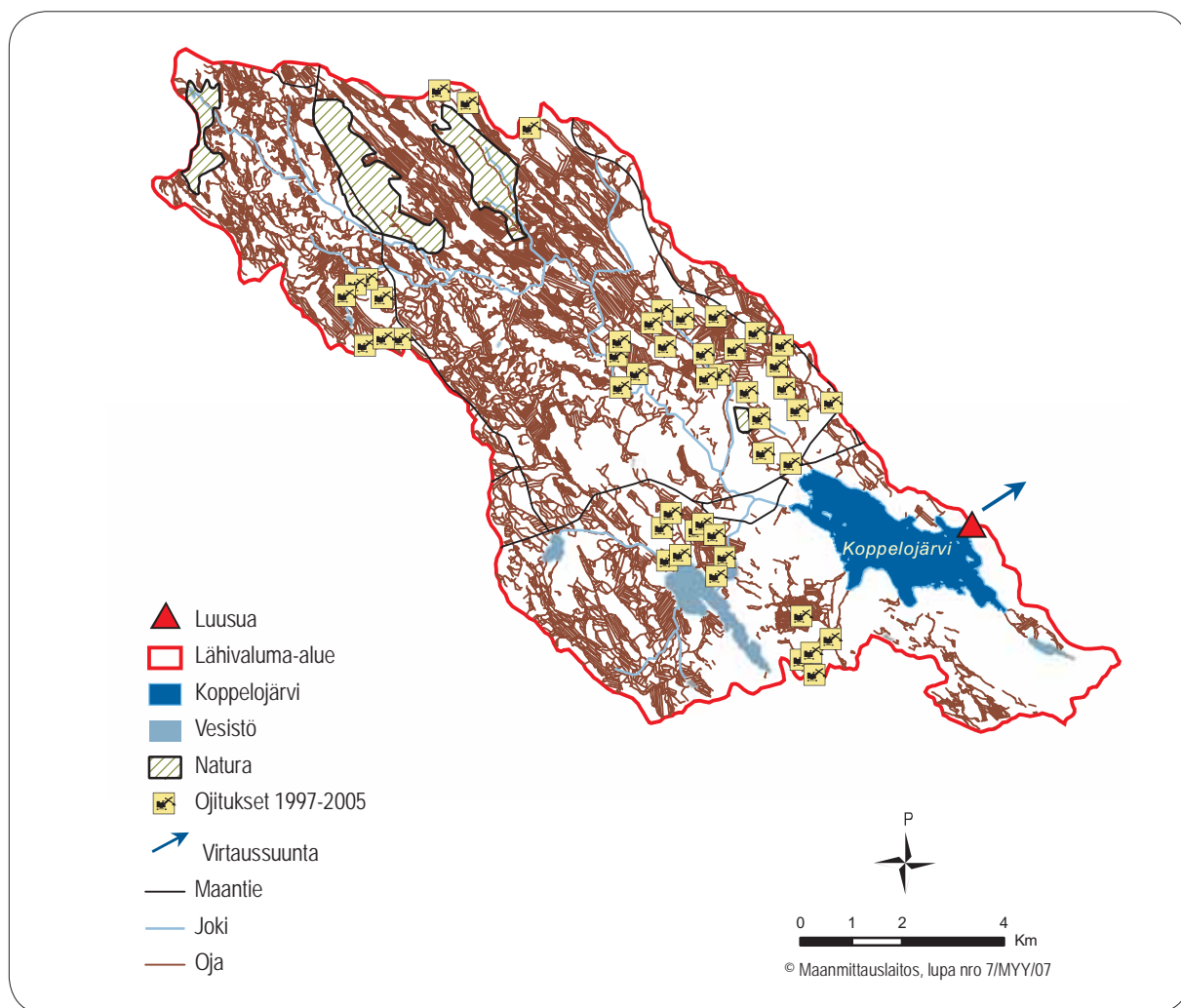
Koppelojärven valuma-alueen maankäyttö on intensiivistä ja siitä johtuva kuormitus on suuri. Turvemaavaltainen valuma-alue on ojitettu/kunnostusojitettu tiheästi. Valuma-alueelta tulevan laskennallisen kuormituksen typpi-fosforisuhteen perusteella suuri osa ravinnekuormasta on metsätaloudesta peräisin. Valuma-alueen järvisyysprosentti on pieni ja järven viipymä melko lyhyt, mitkä lisäävät ja nopeuttavat valuma-alueelta vapautuvien ravinteiden joutumista Koppelojärveen.

Koppelojärven kunnostus tulisi aloittaa valuma-alueelta, jotta järveen tuleva ylimääräinen ravinnekuorma ja soilta tuleva orgaaninen kuorma vähenisivät. Koppelojärven valuma-alueesta on Metsähallituksen omistuksessa 48 %. Metsähallitus on tehnyt omistamilleen alueille alue-ekologisia suunnitelmia, joihin tulee tutustua kunnostuksia suunniteltaessa (Valtimon alue-ekologinen suunnitelma, Pitkänen ym. 1998).

Koppelojärven rantavyöhyke ja sen lähialueet eivät ole raskaasti ojitettuja, mutta kauempana sijaitsevat suoalueet on kunnostusojitettu suurimmaksi osin 2000-luvun taitteessa, kuva 28. Koppelojärven valuma-alueen laskujoet ja -purot, lueteltuna myötävään alkaen pohjoisimmasta.

- Pohjoispuro
- Hoikanlamminpuro
- Tervaslahteen laskeva puro
- Palmikkijoki

Suoalueista tulee selvittää varsinkin Pohjoispuroon ja Karjopuroon sekä Palmikkijokeen laskevat alueet. Purokunnostustoimenpiteitä tulisi tehdä aiemmin luetelluille puroille tapauskohtaisesti. Muita mahdollisia kohteita ovat mm. Myllyjoki, Ruostepuro, Kärenpuro ja Kuikkapuro, joita voisi tarkastella purokunnostusten osalta. Suoalueiden vesiensuojelu tulisi tehdä jo heti kuormittavan pisteen alapuolella, jotta mahdollisimman suuri osa



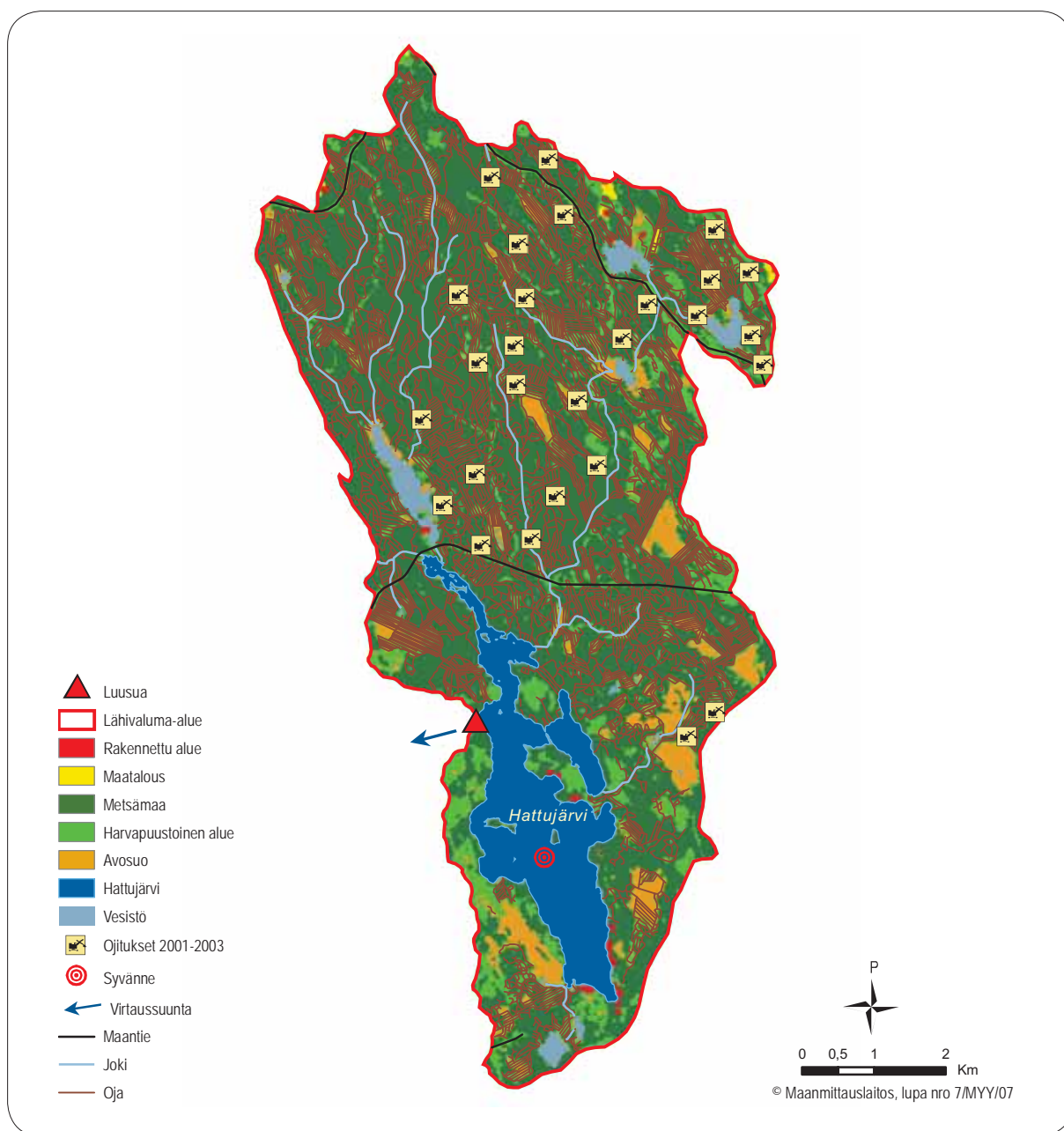
Kuva 28. Koppelojärven ojitusalueet ja vuosina 1997-2005 ilmoitetut kunnostusojituskohteet.

kuormasta saataisiin kiinni mahdollisimman ylhäällä ja jottei ojien virtaus kasvaisi kovin suureksi, sillä se vaikeuttaa suojelurakenteiden toimintaa. Purokunnostukset, kuten muutkin vesiensuojelutoimenpiteet, vaativat huolellisen maastotarkastelun ja –suunnittelun. Lisäksi Koppelojärven rannan läheisyydessä sijaitsee paikoitellen peltoja, joiden suojavyöhykkeiden tulee olla asianmukaiset, jotta ylimääräisiä ravinteita ei johdu pellolta vesistöön.

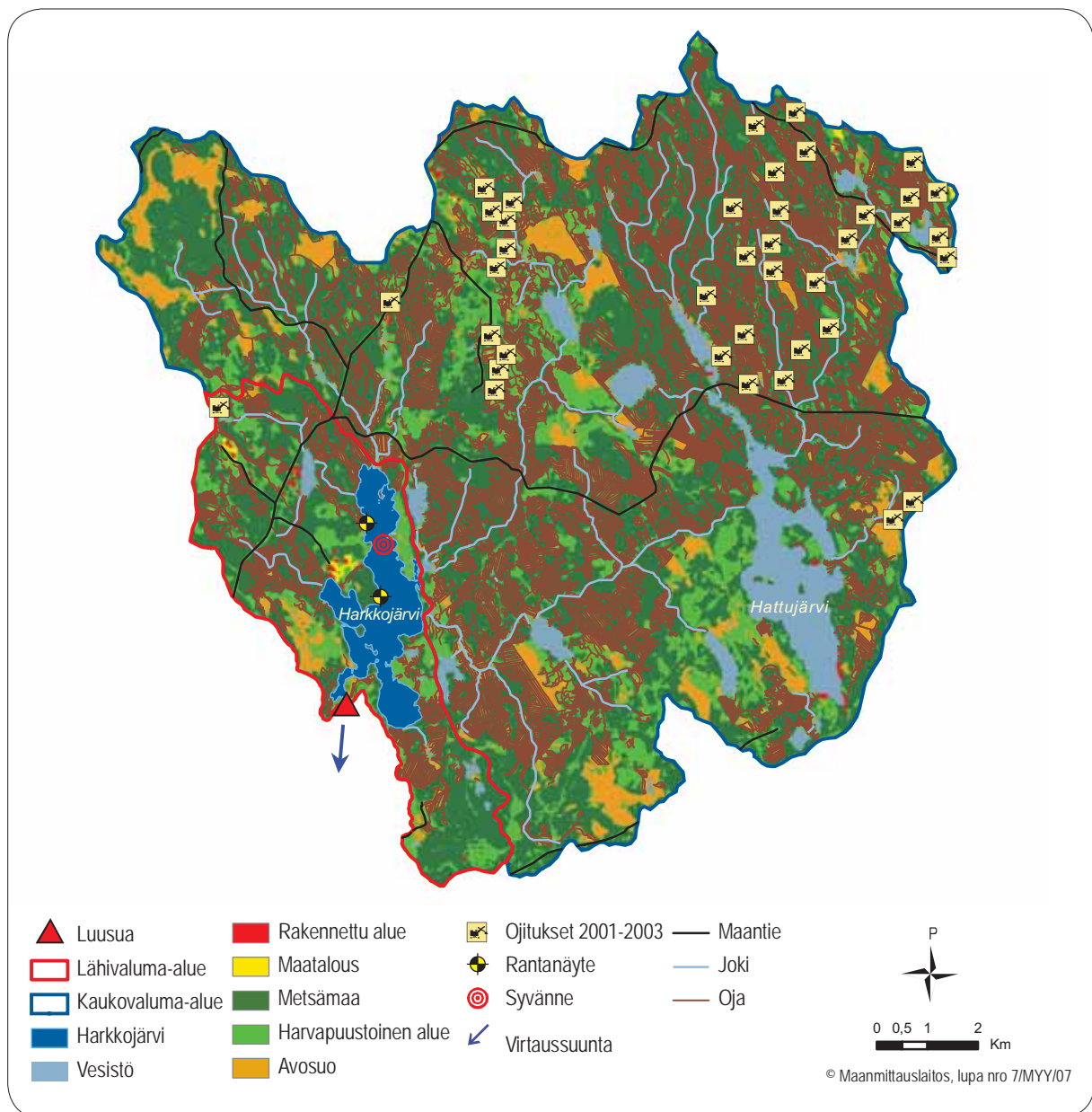
3.3.10

Hattujärvi ja Harkkojärvi

Hattujärvi, kuva 29, valuma-alueineen kuuluu Harkkojärven kaukovaluma-alueisiin, kuva 30. Hattujärvi on latvajärvi, josta vedet kulkevat Harkkojärven kautta eteenpäin Koitereeseen. Hattujärven valuma-alueen maankäyttö vaikuttaa molempiin järviin. Yhteenvetoraportissa järviä käsitellään osittain yhdessä.



Kuva 29. Hattujärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 2001-2003 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet ja syvännenäytteenottoaika (sedimentti- ja vesinäyte).



Kuva 30. Harkkojärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 2001-2003 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

Ilomantsin Hattuvaarassa sijaitseva Hattujärvi on hankkeen kohdejärvistä suurimpia, vesialaa sillä on 515 ha, saaria 14 ja kokonaisrantaviivaa 29 km. Järvi on syvimmillään 9 m, keskisyvyyden ollessa 3,3 m. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyn mukaan se kuuluu mataliin runsashumuksisiin järviin. Hattujärvi laskee Hattujokea pitkin Pieneen Jorhonjärveen ja siitä Jorhonjokea pitkin Harkkojärveen. Hattujärven viipymä on noin 6 kk. Hankkeessa Hattujärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä pohjasedimentin piilevät.

Harkkojärven pinta-ala on 437 ha ja rantaviiva 26 km. Saaria järvellä on kaikkiaan 11 kappalet-

ta. Järvi on varsin matala: syvimmillään noin 10 m, keskisyvyyden ollessa 3,5 m. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeistuksen mukaan se kuuluu runsashumuksisiin järviin. Vedet Harkkojärveen tulevat usealta valuma-alueelta ja laskevat lopuksi Kultajärven ja Pirttijärven kautta Koitereeseen. Viipymä on reilu vuosi. Hankkeessa Harkkojärvestä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin järven kasviplankton, kalasto, pohjaeläimistö, vesikasvillisuus, pohjasedimentin piilevät ja veden laatu.

Valuma-alueiden maakäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Hattu- ja Harkkojärvien valuma-alueet ovat harvaanasuttuja ja erämaisia, mutta metsätalouden hyödyntämiä. Hattujärven vedet kertyvät 5 785 hehtaarin suuruiselta valuma-alueelta, jonka järvisyys on 11 %, kuva 29. Turvemaita valuma-alueen maa-alasta on 51 %, metsää 92 % ja avosoita 7 %. Kesämökkejä on noin 11 kappaletta.

Harkkojärven lähivaluma-alueen on kooltaan 2 667 ha ja sen järvisyys 18 %, kuva 30. Lähivaluma-alueesta on turvemaita noin 30 %. Erilaisten metsien peittämää on 91 % ja maataloutta noin 1 %. Kaukovaluma-alueita on kolme joiden yhteinen pinta-ala on 14 938 ha. Niiden järvisyys on 6 %, turvemaaosuus 51 % ja erilaisia metsämaita 90 %. Avosoita on 10 %. Metsähallituksen maita on Harkkojärven valuma-alueista noin 42 %.

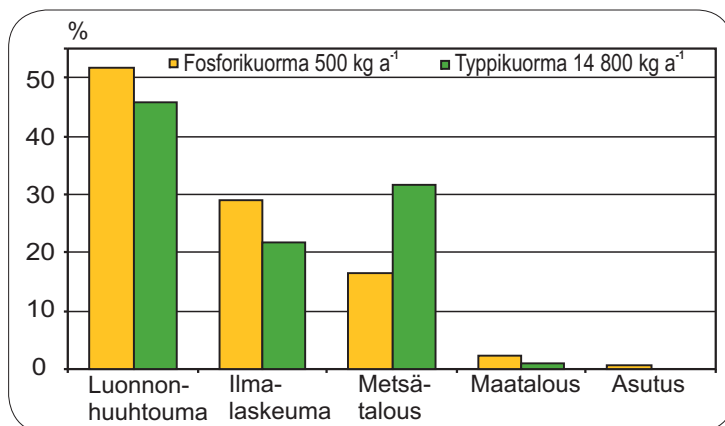
Hattujärven valuma-alueesta on 54 % metasedimenttiä, 27 % intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia, 16 % granodioriittia, tonaliittia, kvartsidioriittia, graniittia ja syeniittia ja 4 % mafista metavulkaniittia.

Hattujärven valuma-alueella Likolammin kangas kuuluu vedenhankintaan soveltuviin II-luokkaan pohjavesialueisiin. Harkkojärven valuma-

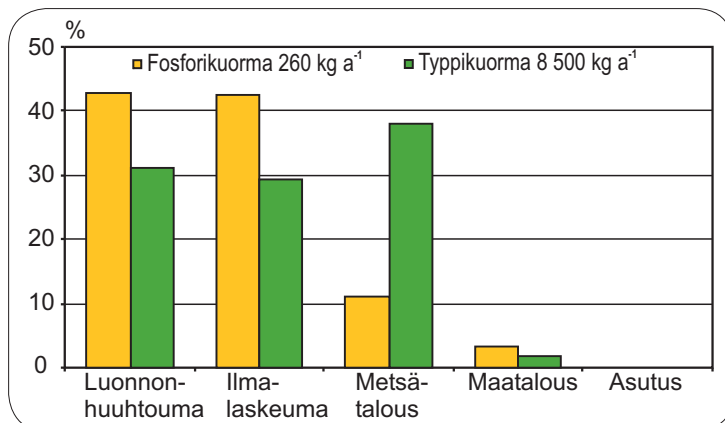
alueella on joitakin pohjavesialueita, joista Naarva, 46,9 ha, kuuluu ensimmäiseen luokkaan ja Pahalansärkillä, Isonpalonkankaalla, Petrokankaalla ja Isonpalonkankaalla sijaitsevat alueet, yhteensä 635,7 ha, toiseen luokkaan.

Harkkojärven lähivaluma-alueesta 41 % on metasedimenttiä, 38 % tonaliitti-, trondhemiitti- ja granodioriittigneissia ja migmatiittia, 14 % granodioriittia, tonaliittia, kvartsidioriittia, graniittia ja syeniittia ja 7 % intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia. Kaukovaluma-alueesta 39 % intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia, 28 % metasedimenttiä, 22 % granodioriittia, tonaliittia, kvartsidioriittia, graniittia ja syeniittia, 10 % tonaliitti-, trondhemiitti- ja granodioriittigneissia ja migmatiittia ja 2 % mafista metavulkaniittia.

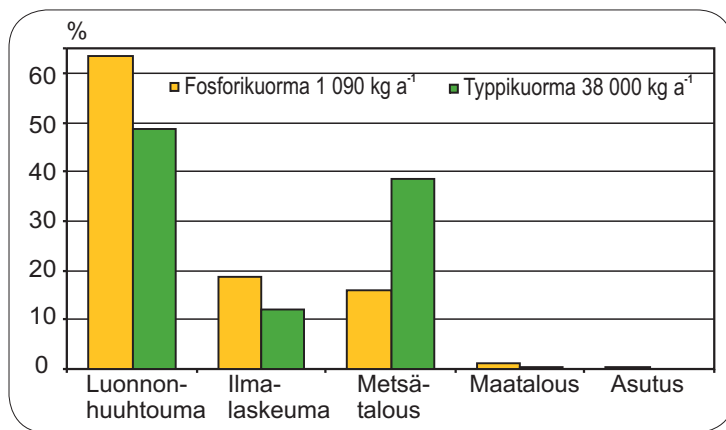
Hattujärven valuma-alueen laskennallinen fosforikuormitus on noin 500 kg, 0,09 kg ha⁻¹, vuodessa, kuva 31. Suurin osa on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja ilmalaskeumasta, yhteensä 81 %. Metsätaloustoimenpiteiden osuus fosforin kokonaiskuormasta on 17 %. Maatalouden osuus on vain 2 %. Hattujärven kylän läheisyys nostaa yhdyskuntaperäisen kuormituksen yhteen prosenttiin. Vuotuinen typpikuorma on noin 14 800 kg eli noin 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat siitä yhteensä lähes 70 %. Metsätalouden osuus on 31 %.



Kuva 31. Hattujärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 32. Harkkojärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 33. Harkkojärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Harkkojärven lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuormitus on noin 260 kg, 0,10 kg ha⁻¹ ja typpikuormitus 8500 kg, 3 kg ha⁻¹. Fosforikuormasta muodostavat luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma lähes 90 % ja typpikuormasta 60 %, kuva 32. Metsätalous on suurin maankäytön kuormittaja: fosforin osalta 11 %, typen osalta 38 %. Maatalouden osuus kuormituksesta on vähäistä. Yhdyskuntaperäisen kuormituksen osuus on alle yhden prosentin.

Harkkojärven kaukovaluma-alueen vuotuinen fosforikuorma on lähes 1 100 kg, 0,07 kg ha⁻¹, josta luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 83 %, metsätaloustoimenpiteiden 16 % ja maatalouden 1 %, kuva 33. Vuotuinen typpikuorma on noin 38 000 kg, 3 kg ha⁻¹. Siitä 61 % on peräisin luonnonhuuhtoumasta sekä ilmalaskeumasta ja 38 % metsätaloudesta.

Harkko- ja Hattujärven valuma-alueet on ojitettu lähes kokonaan. Hattujärven ojitusintensiteetti on 160 ojametriä ha⁻¹, Harkkojärven lähivaluma-alueen 77 ojametriä ha⁻¹ ja kaukovaluma-alueen 137 ojametriä ha⁻¹. Kunnostusojitusilmoituksia on viimeisen kymmenen vuoden aikana ilmoitettu Hattujärven ympäristössä noin 145 122 m lähes 500 ha alueella. Harkkojärven lähivaluma-alueella kunnostusojitus on ollut vähäisempää, 3 ha alueella noin 850 ojametriä, mutta kaukovaluma-alueilla taas tiheää, yhteensä 162 568 m 560 hehtaarin alalla. Ojitusten kuormitusvaikutus kestää noin 10 vuotta. Hattujärveen vuonna 2004 ojituksista aiheutunut kuormitus on noin 50 kg fosforia ja 980 kg typpeä. Harkkojärven lähivaluma-alueen ojituksista tullut kuormitus oli noin 0,1 kg fosforia ja 6 kg typpeä.

3.3.10.2

Hattujärven ekologinen tila

Hattujärven ekologista tilaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien avulla. Hankkeen yhteydessä Hattujärvestä ei tutkittu kasviplanktonia, pohja-

eläimiä tai vesikasveja eikä järveä koekalastettu. Järven tutkimusta saatetaan jatkaa vuonna 2007 muihin hankkeisiin liittyen.

Kalasto. Hattujärveen on istutettu 1980-luvun lopussa lahnaa, 1990-luvulla siikaa ja planktonsiikaa, ja 2000-luvulla planktonsiian lisäksi kuhaa. Istutusten onnistumisesta ei ole tietoa.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisessa analyysissä tutkittiin Hattujärvestä vain piilevät. Sedimenttipatsas oli 26 cm pituinen, joten tulokset ovat suuntaa-antavia. Piileväanalyysin rekonstruktioarvot ovat kuitenkin melko selvät ja ilmentävät selvää ravinnetason nousua. Jos Hattujärven ajoitusta arvioidaan Harkkojärven nokihiukkasanalyysin avulla, missä 1950-luku oli noin 18-24 cm syvyydessä, niin Hattujärven patsas katkaisi silloin viimeiset 60 vuotta. Silloin rehevöitymisen alku ajoittuu 1950-luvun jälkeiselle ajalle.

Vedenlaatu. Hattujärven veden laadusta on niukasti tietoa. Ympäristöhallinnon toimesta vesinäytteitä on otettu kerran 1960-luvulla, neljästi 1980-luvulla, kerran 1990-luvulla ja 2000-luvulla. Muista kohdejärvistä poiketen vesinäytteiden ottopaikka ei sijaitse järven syvimmällä kohdalla. Näytteet on otettu järven keskeltä, jossa syvyys on ollut neljä metriä.

Elokuun alussa 2005 Hattujärven vesi oli hyvin humuspitoista ja lievästi hapanta. Päällisveden lämpötila oli 20,7 °C, eikä järvi ollut lämpötilan suhteen kerrostunut. Alusveden hapettomuutta ei esiintynyt. Myös veden rautapitoisuus, kemiallisen hapenkulutuksen arvot ja sähkönjohtokyky olivat pinnassa ja pohjan läheisessä vesikerroksessa lähes samat. Veden kokonaisfosforipitoisuus oli pinnassa 24 µg l⁻¹ ja kokonaistyyppipitoisuus vastaavasti 400 µg l⁻¹. Loppukesällä klorofyllipitoisuus oli kohonnut. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Hattujärvi voidaan luokitella hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

Hattujärven kansalaiskysely

Hattujärven kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 39 %, miehiä oli 15 ja naisia 4. Ikäjakama painottui 50-60-vuotiaisiin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä säännöllisesti. Järven käyttömuodoista kalastus ja vapaa-ajan viettäminen sekä uinti ovat suosituimmat metsästyksen ja maisemallisten arvojen lisäksi. Virkistyskäytön kannalta järven tärkeimpiä ominaisuuksia ovat veden laatu sekä kalasto, mutta myös maisema. Valtaosan mielestä järvestä on hyötyä laajemmin alueen asukkaille. Puolet vastaajista olisi halukkaita osallistumaan järjestäytyneeseen toimintaan järven hyväksi, jos sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Suurin osa ilmoitti järven tilalla olevan paljon merkitystä ja puolelle vastaajista järvellä on taloudellista merkitystä. Enemmistön mielestä järven tila on välttävä tai huono. Yli puolet vastaajista ilmoitti järven tilan huonontuneen. Muutokset ovat tapahtuneet joko viimeisen 5-10 vuoden tai 10-20 vuoden aikana. Pahimmiksi ongelmiksi koettiin leväkukinnat ja verkkojen limoittuminen, kiintoaineen lisääntyminen rannoilla sekä kalaston rakenne. Muutoksen aiheuttajaksi arveltiin metsätaloutta. Avoimissa vastauksissa tuli esille erityisesti ojitukset.

Järven kunnostustarve ja paikallisten innokkuus. Vastaajien mielestä järvi tarvitsee kunnostustoimenpiteitä, kuten kalaistutuksia, hoitokalastusta ja ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Valtaosan mielestä valtio on ensisijaisesti vastuussa kunnostamisesta ja kustannuksista. Puolet vastaajista ilmoitti olevansa mahdollisesti valmis osallistumaan

kunnostuskustannuksiin. Suurimmiksi esteiksi järven tilan parantamiselle arveltiin olevan varojen puute ja järven huono tila, mutta myös toiminnan organisoinnin puute ja viranomaisten puuttumattomuus asiaan.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Vastaajat ovat saaneet Hattujärveä koskevat tietonsa enimmäkseen tuttavilta tai itse tarkkailemalla järveä, mutta myös sanomalehdistä sekä tutkimusten ja selvitysten tekijöiltä. Lisätietoa haluttaisiin etenkin vesistöjen ongelmien aiheuttajista ja kunnostusmenetelmistä. Tehokkaista, aikaisemmista kunnostuksista ja muu järvikunnostushankkeisiin liittyvä tieto kiinnostaisi muun tiedon ohella. Tiedonvälityskeinoina tulisi käyttää sanomalehtiä, pienryhmätilaisuuksia ja tiedotteita sekä kirjeitä. Luotettavimpana tiedonlähteenä pidettiin tutkijoita sekä paikallisia asukkaita.

3.3.10.4

Harkkojärven ekologinen tila

Harkkojärven ekologista tilaa selvitettiin pohjaeläinten, kalaston, vesikasvillisuuden ja loppukesän kasviplanktonnäytteen avulla. Pohjasedimentin piilevien avulla selvitettiin järven limnologista historiaa.

Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Harkkojärven kasviplanktonin biomassassa oli 0,38 mg l⁻¹, ja klorofyllipitoisuus korkea 9,4 µg l⁻¹. Pelkän kasviplanktonin biomassan perusteella järvi luokitellaan Heinosen (1980) raja-arvojen mukaan karuksi. Sinilevien osuus kokonaisbiomassasta oli korkein tutkituista järvistä. Rihmamaisista sinilevistä *Anabaena* sp. (Nostocales) oli lukumääräisesti runsain. Levä muodostaa runsaana esiintyessään vesien käytön kannalta haitallisia sinilevien mas-



Pieni lampi Hattujärven valuma-alueella.

saesiintymisiä. Harkkojärven vedenlaadun ja kasviplanktonin perusteella järvi voidaan luokitella erinomaiseen tai hyvään tilaan ja kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella erinomaiseksi. Rihmamaisten sinilevien esiintyminen, vaikkakin vähäisissä määrin, viittaa kuitenkin järveen kohdistuvaan kuormitukseen.

Pohjaeläimet. Hankkeen pohjaeläinanalyysin perusteella Harkkojärvi kuuluu luokkaan tyydyttävä. Harkkojärvi oli kuitenkin tässä tutkimuksessa yleisesti kohtuullisen hyvässä kunnossa pohjaeläinten perusteella, vaikka luokitteluun tarvittavaa pohjanlaatuindeksiä ei lajien puuttumisen takia voitukaan laskea.

Vesikasvillisuus. Harkkojärvestä vallitsevat loivahkot hiesu- ja hiekkarannat. Paikoin on myös hiekkasorarantaa. Järvessä esiintyi eniten kasvijaveja koko järvijoukosta, runsaina esiintyivät mm. kortteet ja kelluslehtiset sekä pohjaruusu- ja kaskasvit. Järvi on keskirehevä-rehevä järvi ja vesikasvien mukaan kunnoltaan erinomaisessa – hyvässä kunnossa.

Kalasto. Harkkojärveen on istutettu siikaa ja kuhaa 1990- ja 2000-luvulla. Kalaosakaskunnalle tehdyn kyselyn mukaan istutukset ovat onnistuneet hyvin. Yleisesti kalakanta ja järvi ovat tyydyttävässä kunnossa. Petokalajien luontainen lisääntyminen on järvessä hyvä ja siellä esiintyy rapuja. Alueella toimii Käenkosken osakaskunta, käytännössä asioita hoitaa Koitereen kalastusalueen isännöitsijä. Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen mukaan Harkkojärvi on hyvässä - tyydyttävässä tilassa. Vesipuitedirektiivin mukaisessa luokittelussa järven kalabiomassa ja yksilömäärät poikkeavat vertailuolosta, jolloin luokka siirtyy tyydyttävään.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Harkkojärven vesi on ollut jo vanhimpien näytteiden mukaan ravinteikasta ja tummaa. Kuitenkaan syvempiä näytteitä ei ehkä tulisi käyttää vertailukohteina, koska niiden ikää ei tiedetä. Hehkutuskevennyksen mukaan olisi vanhimpien näytteiden aikana ollut mineroogeenisen aineksen määrä sedimentissä suuri, mikä viittaa eroosioon valuma-alueelta. Harkkojärven lajisto on pääsääntöisesti runsashumuksisten vesistöjen lajistoa, joista osa on tyypillisiä reheville ja osa niukkaravinteisille järville. Nokihiukkasanalyysin tulokset ovat vain suuntaa-antavia, mutta ajoituksen avulla voidaan kuitenkin arvioida, että 1950-luku sijoittuisi noin 18-24 cm syvyydelle. Niistä syvyyksistä ylöspäin näkyy lajistossa muutos kohti ravinteikkaita vesiä. Osa lajistomuutoksista ilmentää kohonneutta pH:ta, mikä usein myös johtuu rehevöitymisestä.

Vedenlaatu. Harkkojärvestä on harvakseltaan veden laatutietoja 1980- ja 1990-luvuilta. Elokuun alussa 2005 Harkkojärven vesi oli hyvin humuspitoista ja lievästi hapanta. Päällysveden lämpötila oli 19,5 °C ja järvi oli lämpötilan suhteen kerrostunut. Tällöin myös happi oli kulunut alusvedestä miltei loppuun, mikä aiheutti ravinteiden ja raudan vapautumista pohjasedimentistä alusveteen. Lisäksi alusveden kemiallinen hapenkulutus, sähköjohtokyky ja sameus nousivat korkeiksi. Päällysveden klorofylli- ja ravinnepitoisuudet olivat samanaikaisesti korkeita. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Harkkojärvi luokitellaan hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.10.5

Harkkojärven kansalaiskysely

Harkkojärven valuma-alueen asukkaille ja kesämökkiläisille toteutetun kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 39 %, miehiä oli vastanneista 10 ja naisia 2. Ikäjakautuma painottui 60-70 vuotiaisiin.

Järven käyttö. Suurin osa vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä säännöllisesti. Kalastus on järven käyttömuodoista suosituin. Seuraavina ovat vapaa-ajan vietto vapaa-ajan asunnolla ja uiminen. Myös maisemalliset arvot koetaan tärkeinä. Virkistyskäytön kannalta kalasto, veden laatu ja linnusto koettiin tärkeinä. Virkistyskäytöstä katsotaan olevan hyötyä lähinnä yksittäisille asukkaille, mutta jonkin verran myös laajemmin alueella asuville, mutta vähän matkailulle. Suurin osa vastaajista olisi halukkaita osallistumaan yhdistystoimintaan järven hyväksi, mikäli sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Vastaajien mielestä järven tila on lähinnä välttävä ja sillä on paljon tai kohtalaisesti merkitystä. Neljän vastaajan mielestä järven tila on huono. Valtaosa vastaajista ilmoitti järven kunnolla olevan heille taloudellistakin merkitystä. Suurimman osan mielestä järven tila on huonontunut tai pysynyt ennallaan. Kahden vastaajan mielestä järven tila on parantunut. Muutokset järven tilassa ovat tapahtuneet vähitellen. Ajankohdasta ei ollut yhtäläistä mielipidettä, vaan se jakaantui tasaisesti pitkälle aikavälille. Metsätalouden ja varsinkin ojitusten arveltiin olevan eniten järveä muuttanut tekijä. Pahimmat ongelmat Harkkojärvellä ovat liettyminen, verkkojen limoittuminen ja maalta tulevan aineen lisääntyminen rannoilla sekä rantojen umpeenkasvu.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kunnostushalukkuus. Suurin osa vastaajista ilmoitti järven luultavasti tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä, kolmen vastaajan mielestä järvi tarvitsee ehdottomasti toimenpiteitä ja vain yksi oli sitä mieltä, ettei kunnostustoimenpiteitä tarvita. Soveltuviksi toimenpiteiksi ajateltiin ulkoisen kuormituksen vähentämistä ja vesikasvillisuuden poistoa. Enemmistö katsoi vastuun kunnostamisesta ja kustannuksista kuuluvan valtiolle. Muutamat olivat sitä mieltä, että vastuu kuuluu myös ranta- ja vesialueen omistajille. Suurin osa vastaajista ei halua osallistua järven kunnostuskustannuksiin. Kunnostamisen esteeksi katsottiin alueen asukkaiden osallistumiskannan puuttuminen, varojen puute ja erimielisyysongelmat. Osa oli sitä mieltä, etteivät viranomaiset puutu asiaan ja tee aloitetta kunnostuksen aloittamiseksi.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Suurin osa vastaajista on saanut järveä koskevan tietonsa joko tuttavilta tai tarkkailemalla itse järveä. Muutama on saanut tietoa järvestä myös tutkimusten ja selvitysten tekijöiltä sekä sanomalehdistä. Vastaajat haluaisivat saada tietoa etenkin vesistöjen ongelmien aiheuttajista, kunnostusmenetelmistä ja rahoituslähteistä. Tietoa kaivataan kirjeitten ja tiedotteiden muodossa. Sanomalehdet ja pienryhmätilaisuudet olivat seuraavaksi suosituin. Luotettavin tiedonlähde ovat tutkijat viranomaisten ja paikallisten asukkaiden ohella.

3.3.10.6

Järvien kunnostustarve ja suositukset

Hattu- ja Harkkojärvi ovat kansalaiskyselyn perusteella aktiivisessa virkistyskäytössä. Järveä käyttävät ihmiset ovat havainneet muutoksia järvien tilassa. Mielipiteet kunnostustarpeesta jakaantuvat, mutta suurimmaksi osaksi ollaan sitä mieltä, että järvien tila vaatisi toimenpiteitä. Paikallisten mielestä metsätalous on suurin järvien tilaan vaikuttanut tekijä.

Vedenlaadun ja pohjasedimenttien piilevien perusteella Hattujärvi on aikaisemmin ollut niukkaravinteisempi kuin nykyään. Vedenlaadun mukaan Hattujärvi on nykyään mesotrofinen ja hapahko. Sen runsasturpeista valuma-alueella on ojitettu ja viime aikoina kunnostusojitettu runsaasti. Järveen kohdistuva kuormitus on suuri, mutta tilavuuteen suhteutettuna ei erityisen suuri muihin hankejärviin verrattuna. Valuma-alueen järvisyysprosentti on kohtuullisen suuri, yli 10. Järven viipymä on kuitenkin melko lyhyt, jolloin ravinteita kulkeutuu järveen melko paljon. Järvessä ei ole ilmennyt juurikaan hapettomuutta eikä siten sisäistä kuormitusta. Orgaanisen aineksen lisääntyessä saattaa

kerrostumattomuudesta huolimatta hapettomuutta ilmetä, jolloin lisääntyvät muutkin ongelmat. Järven välittömässä läheisyydessä olevan syvähkön Paskopohja-lammen tilasta tai vedenlaadusta ei ole tietoa.

Hattujärven valuma-alueesta suuren osan omistaa Metsähallitus, jolla on suunnitelmia valuma-alueen alue-ekologiseen suojeluun (Partanen ym. 2000). Näihin suunnitelmiin on hyvä tutustua muita kunnostuksia suunniteltaessa.

Hattujärveen saapuvia puroja on vähän, kun taas oja tulee erittäin suuri määrä. Valuma-alue on ojitettu erittäin intensiivisesti 1950-1970 luvuilla, ja kunnostusojittaminen jatkuu. Järveen saapuvia uomia (oja ja puroja) on yhteensä noin 70. Purojen kartoittaminen on tärkeää, koska valuma-vesien mukana tulevat myös järveä kuormittavat ravinteet. Purot lueteltuna myötäpäivään alkaen pohjoisesta.

- Poikapäästä tulevat vedet. Hattujärven pohjoispäässä oleva järvi laskee lyhyen kannaksen yli Hattujärveen.
- Sivakkolahteen saapuva oja, saa alkunsa Riitasuolta ja Koppelokankaalta.
- Paskopuro, lähtee Törisijänlammesta ja mahdollisesti myös Heinälammesta.
- Pörsämönlahteen saapuva suuri oja.
- Kokkolammista laskevat ojat.

Harkkojärvi on paikallisten mielestä lähinnä välttävissä - huonossa kunnossa ja sen arveltiin tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä. Metsätalouden ja ojitusten arveltiin olevan eniten järveä muuttaneet tekijät. Pahimmat ongelmat Harkkojärvellä ovat liettyminen, verkkojen limoittuminen ja maalta tulevan aineen lisääntyminen rannoilla rantojen umpeenkasvun ohessa.

Ekologisen selvityksen, vedenlaadun ja pohjasedimenttien piilevien mukaan Harkkojärvi on kohtuullisessa kunnossa. Ravinnepitoisuudet ovat kohonneet, mutta järvi on luonteeltansaakin rehevä. Harkkojärvellä on laajat, ravinteikkaat ja turvepitoiset valuma-alueet, joilta valumavesien mukana tulee järveen ravinteita. Järven pohjaeläimistön ja kalaston mukaan järvi on tyydyttävässä kunnossa. Pohjaeläimiin vaikuttaa alusveden ajoittainen hapettomuus, mikä näkyy myös kohonneina alusveden ravinnepitoisuuksina.

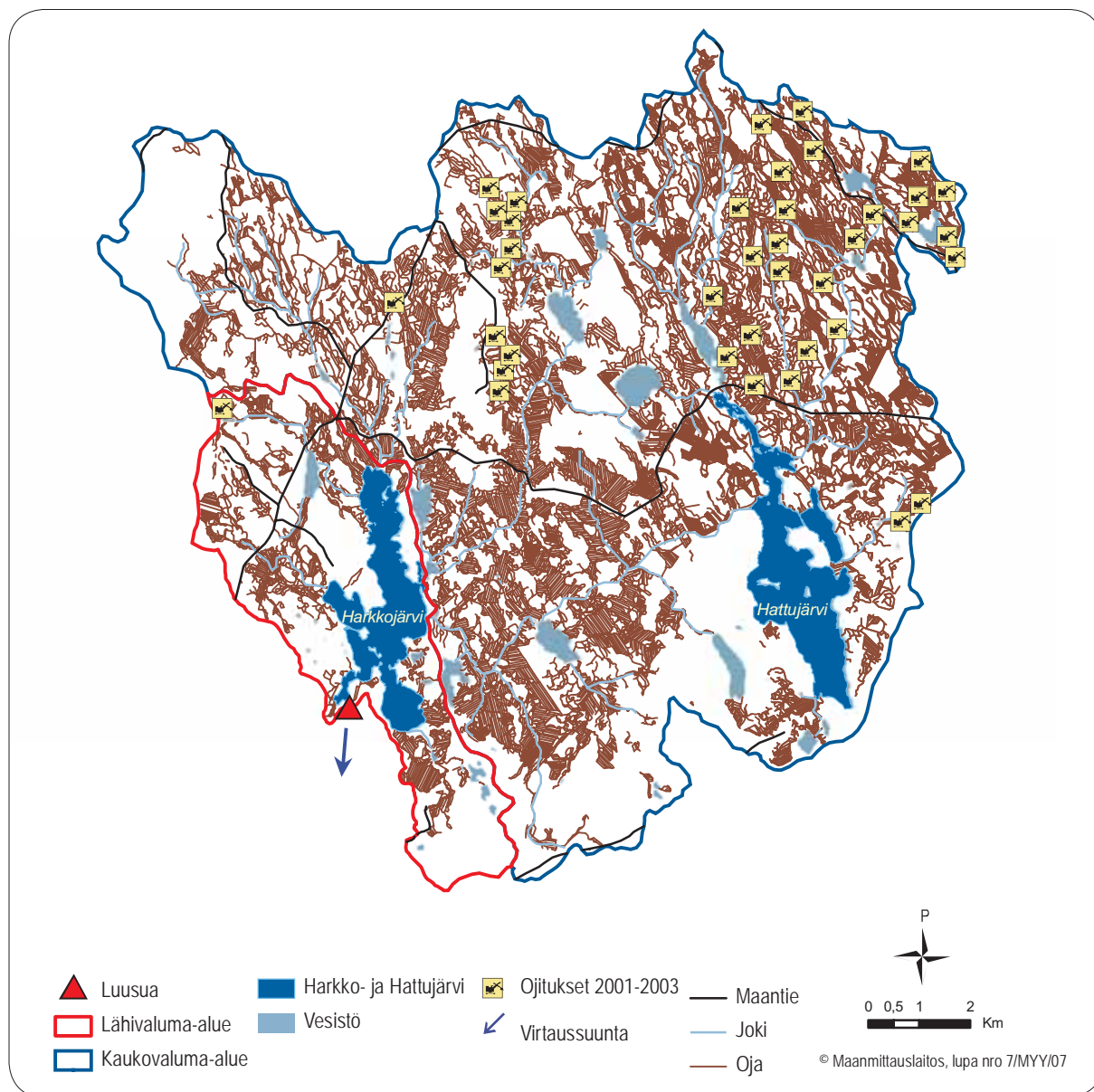
Harkkojärven lähivaluma-alue ei ole tiheästi ojitettu, mutta kaukovaluma-alueista suuri osa on. Lisäksi turvemaan osuus on suuri. Typpi-fosforikuorman mukaan suuri osa on metsätaloudesta peräisin, jolloin ravinteet ovat pääosin orgaanisessa muodossa. Kaukovaluma-alueen järvisyysprosentti on pieni, mistä johtuen suuri osa kuormituksesta

ta päätyy Harkkojärveen eikä pidäty yläpuolisiin vesistöihin. Järven viipymä on kohtuullisen pitkä, jolloin orgaanisella aineksella ja siihen sitoutuneilla ravinteilla on mahdollisuus sedimentoitua pohjaan ja vapautua sieltä pohjan hapettomuuden yhteydessä rehevöittäen näin järveä.

Harkkojärveen laskee yhteensä noin 60 uomaa, joihin sisältyy 3 jokea, 3 puroa ja noin 54 ojaa. Valuma-alueen laskujoet ja -purot lueteltuina myötäpäivään alkaen pohjoisimmasta.

- Hanhijoki
- Rihipuro
- Aittosenjoki
- Jorhonjoki, joka saa alkunsa Jorhonjärvestä. Hatunjoki laskee Jorhonjärveen idästä.
- Lehmipuro
- Mustapuro

Harkkojärven itäpuolinen alue on kaikista voimaperäisimmän ojitettu, kuva 34. Lisäksi etelä- ja länsipuolella on vanhoja isoja ojitusalueita. Harkkojärven valuma-alueelle soveltuviin vesiensuojelutoimenpiteisiin kuuluu mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, lietekuopat sekä purokunnostus. Hajakuormitus tulisi pysäyttää mahdollisimman lähelle lähtöpistettänsä, jolloin sen määrä ei pääse kasvamaan kovin suureksi. Erityisesti Harkkojärvellä olisi hyvä pysäyttää mahdollisimman hyvin kaukovaluma-alueilta tuleva kuorma lähelle päästöalueita.



Kuva 34. Hattu- ja Harkkojärvien ojitusalueet ja vuosina 2001-2003 ilmoitetut kunnostusojitusalueet.

Otmen-Keski-Otmen

Tuupovaaran Öllölässä sijaitsevat Otmenjärvet koostuvat kolmesta altaasta, Otmenjärvestä, Keski-Otmenesta ja Ala-Otmenesta. Näitä altaita erottavat kapeat kannakset ja salmet. Vedet kulkevat Otmenjärvestä Keski-Otmeneen ja edelleen Ala-Otmeneen. Lopulta vedet päätyvät Otmenenjokeen, joka yhtyy parin kilometrin päässä Vekarusjokeen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin Otmenjärveen ja Keski-Otmeneen. Alueella toimii Öllölän kylätöimikunta.

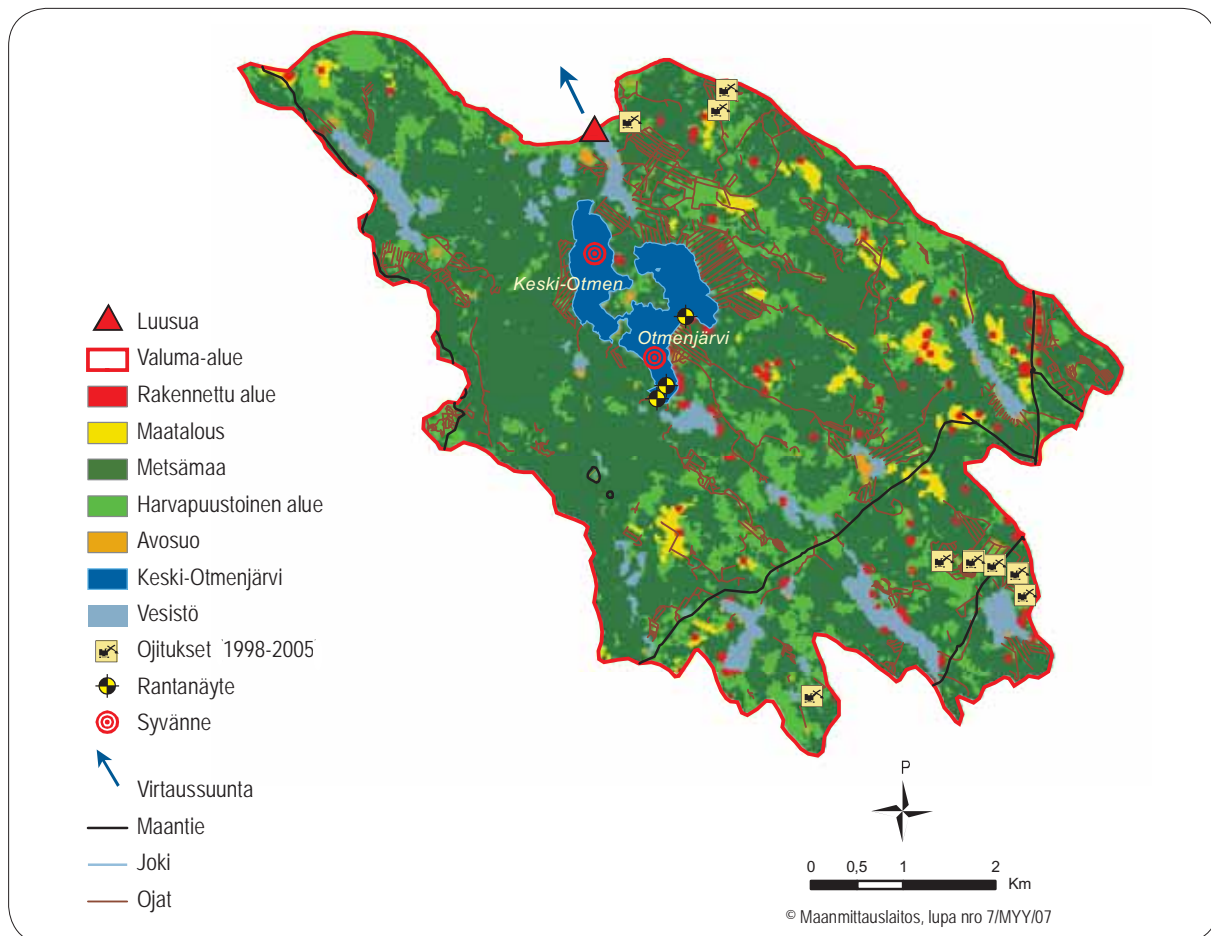
Vesialaa Otmen-Keski-Otmen-järvillä on 139,7 ha. Ne ovat varsin matalia - suurin syvyys on 6,5 m Otmenjärven puolella ja keskisyvyys 2,0 m. Rantaviivaa on noin 11 km. Viipymä on alle 3 kk. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyn mukaan Otmen-Keski-Otmen kuuluvat mataliin humusjärviin. Hankkeen aikana niistä selvitettiin valuma-alueen maankäyttöä ja kuormitus sekä tutkittiin kasviplankton, vesikasvillisuus, pohjaeläimet, sedimentin piilevät ja veden laatu.

Valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Järvien lähivaluma-alue on 3 765 ha ja sen järvisyys 9 %, kuva 35. Järveä ympäröivät ojitetut suo-alueet. Turvemaita on valuma-alueesta noin 16 % ja avosuita 1 %. Metsiä on noin 94 % ja maatalousmaita noin 3 %. Vakituksia asuntoja on 29, joissa asuu kuutisenkymmentä henkilöä. Kesämökkejä on 34.

Valuma-alueen kallioperä koostuu tonaliittitronhemiitti- ja granodioriiteista. Sorsakankaalla ja Lanttokankaalla sijaitsee yhteensä neljä toisen luokan pohjavesialuetta, yhteispinta-alaltaan 750 ha. Natura-alueita on 1,8 ha Kangasvaaran-Kenraalinkylänlammilla.

Otmen-Keski-Otmenjärvien lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 430 kg, 0,11 kg ha⁻¹ kuva 36. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat 62 % kuormasta, maatalousmaiden osuus on 25 % ja metsätalouden 10 %. Vuotuinen typpikuormitus on noin 11 400 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma



Kuva 35. Otmen-Keski-Otmen ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1998-2005 aikana ilmoitetut kunnostuskohteet sekä näytteenottopaikat ranta-alueilta (pohjaeläimet) ja syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

muodostavat siitä lähes puolet, metsätalous 39 % ja maatalous 12 %.

Otmen-Keski-Otmen-järvien valuma-alueen ojitusintensiteetti on 43 ojametriä ha⁻¹. Kunnostusojitusilmoituksia on tehty viimeisen 10 vuoden aikana 8 076 m 30 ha alalle. Ojitusten aiheuttama laskennallinen fosforikuormitus on 1 kg ja typpi-kuorma 31 kg vuonna 2004.

Otmenjärveen laskevan Jouhtenuksen yläpuolella, Petäjäpuroon laskien on kaksi kalanviljelyyn käytettyä luonnonravintolammikkoa, yhteensä 14 ha. Kesällä ja syksyllä 2006 otettujen vesinäytteiden perusteella Petäjäpuron lammikkoalueen lammikoiden tyhjennyksen aikaan (kestää noin 1 kk alkusyksystä) Jouhtenukseen tuleva fosfori ja kiintoainekuorma kohoavat hieman. Luonnonravintolammikoiden kuormitusvaikutusten oletetaan rajoittuvan Jouhtenukseen.

3.3.11.2

Ekologinen tila

Otmen-Keski-Otmen-järvien ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden avulla sekä vedenlaadun historiaa pohjasedimentin piilevästön avulla. Vesikasvillisuus selvitys ovat Keski-Otmenestä ja muut tutkimukset Otmenjärvestä.

Kasviplankton. Vuonna 2005 elokuussa Otmenjärven kasviplanktonin biomassa oli 2,97 mg l⁻¹ ja klorofyllipitoisuus hyvin korkea 40,0 µg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi on Heinosen (1980) luokituksen mukaan rehevä. Kohonnut levämäärä voitiin havaita myös veden samentumisena ja valaistun vesikerroksen mataloitumisena (näkösyvyys 1,3 m). Otmenjärven kasviplanktonin biomassan pääosan muodosti *Gonyostomum semen* levä. Sinileväbiomassa oli pieni. Otmenjärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella hyväksi – tyydyttäväksi.

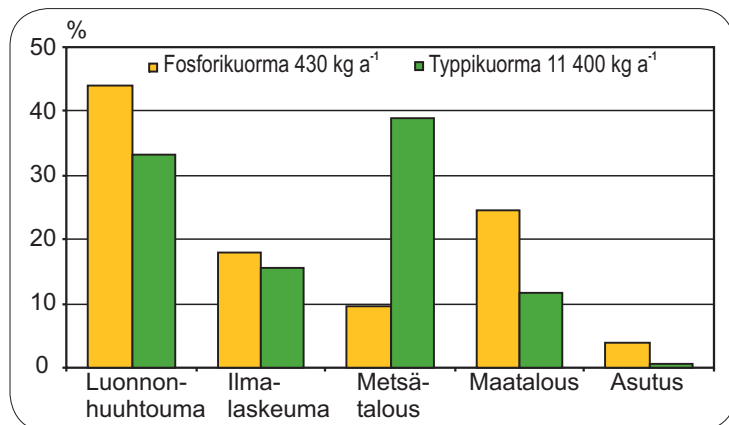
Pohjaeläimet. Hankkeen yhteydessä tehdyn pohjaeläinanalyysin mukaan Otmenjärvi on tyydyttävässä kunnossa. Lajistossa esiintyy eutrofian indikaattoreita ja biomassa on korkea. Vesipuitedi-
rektiivin mukaista luokittelua ei voi tehdä, koska kansallinen ohjeistus puuttuu kyseiselle tyyppille. Muiden järvityyppien luokittelua sovellettaessa Otmenjärvi on pohjaeläinten perusteella luokassa tyydyttävä.

Vesikasvillisuus. Hankkeen yhteydessä tehdyn vesikasvillisuusanalyysin mukaan Keski-Otmenjärven rannat ovat matalia, hiekka-, kivikko- ja mutapohjia sekä minerogeenisia pohjia, joissa on päällä detritusta. Vesikasvillisuudessa on runsaasti järviruokoa, saraa, isoëtidejä ja kelluslehtisiä. Kasvillisuuden perusteella järvi on keskirehevä-rehevä ja luokiteltavissa hyvän – tyydyttävän välimaille.

Kalasto. Keski-Otmenen ei ole tehty istutuksia mutta Otmenjärveen on istutettu kuhaa 2000-luvulla noin 1 000 kpl vuosi⁻¹. Kalaosakaskunnille tehdyn kyselyn mukaan Keski-Otmenen kalakan-
ta koostuu lähinnä hauesta, ahvenesta (isojakin), pienistä lahnoista ja särjestä. Haukea on hyvin molemmissa järvissä ja se lisääntyy hyvin (Matti Leinonen, Öllölän kalaveden osakaskunta). Rapuja ei ole tavattu. Alueella toimii Oskolan ja Öllölän kalaveden osakaskunnat. Hankkeen yhteydessä järviä ei koekalastettu.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Otmenjärvi on aikaisemmin ollut niukkaravinteinen humusjärvi, joka nyttemmin on rehevöitynyt. Veden pH on nousemassa rehevöitymisen johdosta. Valuma-alueelta mm. ojitusten seurauksena tulee humusvesiä, jotka lisäävät myös niille tyyppillistä lajistoa.

Vedenlaatu. Otmen-Keski-Otmen-järvistä on otettu vesinäytteitä harvakseltaan 1970-1990-luvuilla. Elokuun alussa 2005 vesi oli Otmenjärvesä sameaa, tummaa ja lievästi hapanta. Järvi oli lämpötilan suhteen kerrostunut. Samanaikaisesti järvessä havaittiin happikato, jolloin alusveden ravinnepitoisuudet nousivat lievästi, kemiallinen



Kuva 36. Otmen-Keski-Otmen-järvien lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

hapenkulutus sekä sähkönjohtokyky suuriksi ja rautapitoisuus lähes kymmenkertaiseksi päällysveden arvoihin nähden. Päällysveden ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella Otmenjärvi on rehevä. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Otmenjärvi kuuluu tyydyttävään tai välttävään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.11.3

Kansalaiskysely

Otmen-Keski-Otmenen kansalaiskyselyyn tuli vain muutama vastaus. Vastaukset käsitellään siksi yhteenvedona. Vastaajat liikkuvat järven ympäristössä satunnaisesti kalastellen, metsästellen tai vapaa-ajanasunnolla. Virkistyskäytön kannalta merkittäviä tekijöitä ovat rantakasvillisuus, maise- ma, kalasto ja eläimet. Järvestä hyötyvät lähinnä yksittäiset asukkaat.

Järven tilalla on merkitystä paljon - ei erityisesti vastaajille. Tilaa pidetään välttävänä – huonona ja se on joko pysynyt ennallaan tai huonontunut. Muutos on tapahtunut viimeisen 10-20 vuoden aikana. Metsätalouden arveltiin vaikuttavan eniten järven tilaa huonontavasti. Pahimmat ongelmat ovat valuma-alueelta tuleva aines ja liettyminen sekä verkkojen limoittuminen ja kalaston rakenne. Vastausten mukaan järvi ehkä tarvitsisi kunnostus- toimia, joita voisivat olla rantojen ruoppaaminen ja ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Tietoa järvestä on saatu viranomaisilta ja tuttavilta. Lisätietoa toivottaisiin vesistöjen ongelmien aiheut- tajista.



Otmenjärven rannat ovat paikoitellen soistuneita.

3.3.11.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Otmen-Keski-Otmen on ekologisen selvityksen, vedenlaadun ja pohjasedimentin piilevien perus- teella tyydyttävässä kunnossa oleva rehevä järvi. Piilevien mukaan järvi on aikaisemmin ollut niuk- karavinteisempi, mutta rehevöitynyt. Kasviplank- tonin ja vesikasvillisuuden mukaan järvi on eutro- finen, rehevä. Pohjanläheisessä kerroksessa esiin- tyy hapettomuutta, joka aiheuttaa ravinteiden va- pautumista pohjasedimentistä. Kyselyvastausten perusteella järvien tila on välttävä.

Otmen-Keski-Otmen koostuu kolmesta mata- lasta altaasta, joita erottavat kapeat salmet. Järven ranta-alueet ovat matalia ja soistuneita. Valuma- alueen turvemaasuus, maankäytön intensiivisyys sekä kuormitus ovat melko alhaisia, mutta järven tilavuuteen suhteutettuna ne kasvavat huomatta- vasti. Lisäksi Otmen-Keski-Otmenen ominaispiir- teet, pieni tilavuus ja lyhyt viipymä madaltavat sen sietokykyä kuormitusta vastaan. Valuma-alueen vähäisestä järvisyydestä johtuen suuri osa ravin- teista päättyy Otmen-Keski-Otmeneen eikä pidäty yläpuolisille valuma-alueille.

Otmen-Keski-Otmenen kunnostuksessa olisi tärkeää vähentää järveen tulevaa orgaanisen ainek- sen kuormaa. Valuma-alueen kunnostamistoimen- piteillä pyritään vähentämään ulkoista kuormitus- ta ja pienentämään etenkin soilta tulevan veden kiintoaine- ja humuspitoisuutta.

Keski-Otmen-järveen laskee yhteensä noin 50 uomaa. Määrä on kohtalaisen suuri järven kokoon nähden. Valuma-alueen laskujoet ja -purot luete- ltuina myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta:

- Riuttapuro, saa alkunsa mm. Riutta- lammesta ja Oinaslammeista.
- Veteranpuro, saa alkunsa Husurilammesta.
- Petäjäpuro. Saa alkunsa Petäjäjärvestä, mutta matkalla on myös yksi tekojärvi, ilmeisesti kala-allas/kalanviljelylaitos.
- Löytöpuro, joka saa alkunsa Löytölammista.
- Oja Valkealammen ja Ala-Otmenjärven välillä.

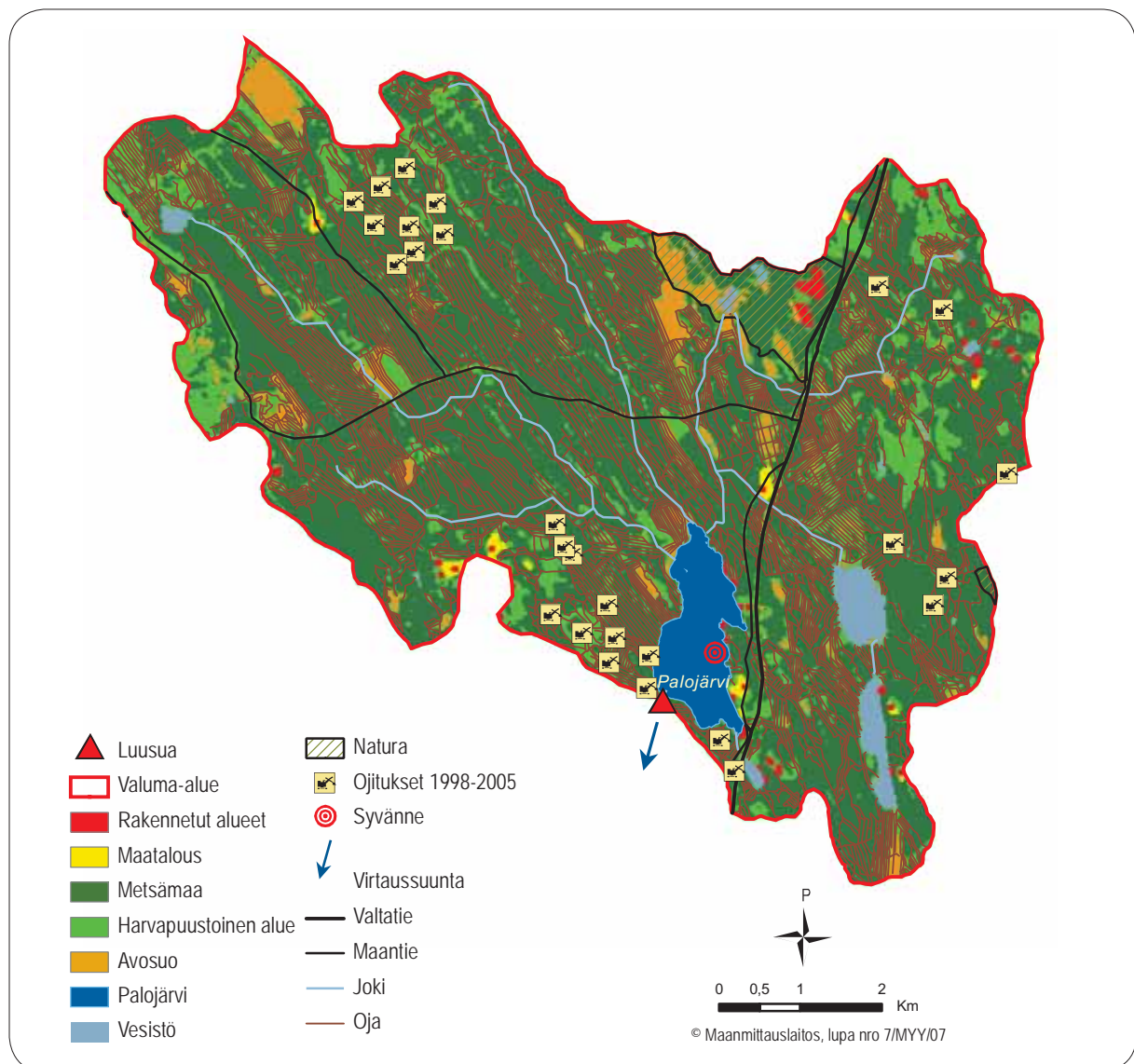
Otmenjärvien valuma-alueen lähes kaikki ran- tasuot on ojitettu, kuva 35. Valuma-alueelle so- veltuviin vesiensuojelutoimenpiteisiin kuuluu mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, liete- kuopat sekä purokunnostus. Järven pohjoispuo- lella sijaitsee Otmenensuo. Ilmeisesti rantasoita ei ole kunnostusojitettu ennen tai jälkeen 2000-luvun. Mahdollisten kunnostusojitusten yhteydessä tulee vesiensuojelusta huolehtia, jotta minimoidaan jär- veen ajautuva kiintoaines ja ravinteet.

Palojärvi

Palojärvi sijaitsee noin 20 km Nurmeksesta lounaaseen Nilsia-Nurmes -valtatie läheisyydessä. Järvi on 166 ha suuruinen ja sen rantaviiva on 8 km. Järvellä on kaksi pientä, alle 100 m², saarta. Palojärven keskisyyvyys on noin 1,7 m ja suurin syvyys noin 8 m. Järven viipymä on noin 13 vuorokautta. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyn mukaan Palojärvi kuuluu mataliin runsashumuksisiin järviin. Hankkeen aikana Palojärvellä on selvitetty valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus ja tutkittu pohjaeläimistö, kasviplankton, veden laatu ja pohjasedimentin piilevät. Alueella toimii Saviky-
län maamiesseura.

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Soiden ympäröimän Palojärven vesi kerääntyy 6 265 hehtaarin suuruiselta valuma-alueelta, josta 72 % on Metsähallituksen omistuksessa. Vesistöjä valuma-alueesta on 4 %, kuva 37. Palojärven valuma-alueen muita isoja järviä ovat Pyöreinen ja Pitkäjärvi. Turvemaita maatalasta on 43 %, metsämaita 94 % ja avosoi 5 %. Ojittamattomia soita on erityisesti Raesärkkien Natura-alueella ja Sotinpuron ampuma-alueella. Maataloutta ei juuri ole. Vakituksessa asuinkäytössä olevia tiloja on laajalla alueella ainoastaan kymmenkunta ja niissä asuu noin 15 henkeä.



Kuva 37. Palojärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1998-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

Valuma-alueen kallioperä koostuu tonaliitti-, trondhemiitti- ja granodioriittigneissistä sekä migmatiittista kokonaisuudessaan. Vedenhankintaan soveltuvia I-luokan pohjavesialueita on yhteensä 200,6 ha Raesärkkien alueella. Naturen suojelualueita on yhteensä 187,17 ha: Raesärkkä 181,82 ha, Leiviskänkallio, 5,35 ha.

Palojärven laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 440 kg, 0,07 kg ha⁻¹, kuva 38. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 83 %, metsätalouden 11 % ja maatalouden vain 5 %. Vuotuinen typpikuorma on noin 13 700 kg, 2 kg ha⁻¹, josta luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on 66 %, metsätalouden 32 % ja maatalouden 2 %.

Palojärven valuma-alue on hyvin ojitettua. Ojitusintensiteetti on 156 ojametriä ha⁻¹. Kunnostusojituksia on viimeiselle 10 vuodelle ilmoitettu 65 052 m 218 ha alalle. Niiden laskennallinen kuorma vuonna 2004 oli 8 kg fosforia ja 229 kg typpeä.

3.3.12.2

Ekologinen tila

Palojärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön ja kasviplanktonin avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla. Järveä ei koekalastettu eikä sille tehty vesikasvillisuus selvitystä.

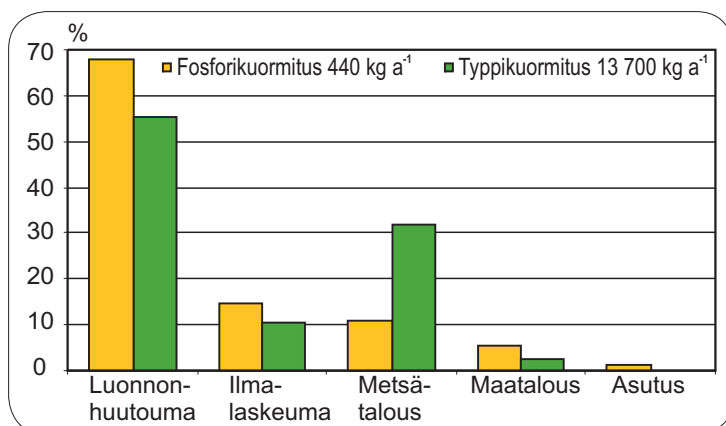
Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Palojärven kasviplanktonin biomassa oli 0,76 mg l⁻¹ ja klorofyllipitoisuus 14,0 µg l⁻¹. Järven kasviplanktonin lajilukumäärä oli pienempi kuin muissa järvissä, mikä saattaa johtua veden happamuudesta (Holopainen ym. 2007). Heinosen (1980) luokituksen mukaan kasviplanktonin biomassan perusteella tämä järvi on lievästi rehevä, mesotrofinen. Kasviplanktonin biomassan pääosan muodosti *Gonyostomum semen* levä (Raphidophyceae). Palojärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella erinomaiseksi.

Pohjaeläimet. Palojärven pohjaeläinnäyte otettiin muista järvistä poiketen talvella 2005. Pohjaeläinanalyysin mukaan Palojärvi näyttäisi tällä hetkellä olevan suhteellisen hyvässä kunnossa huolimatta siitä, että alusvedessä on useasti ollut hapettomuutta. Harvasukamatoihin perustuva pohjanlaatuindeksi oli Palojärvessä jopa kaikkein parhain koko järvijoukosta. Kansallisen ohjeistuksen puuttuessa ei Palojärvelle saatu laskettua vesiputedirektiivin mukaista luokittelua.

Kalasto. Palojärveen on istutettu siikaa ja kuhaa 1990- ja 2000-luvulla, mutta ei kovin suuria määriä.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Tulosten mukaan Palojärvi on rehevöitynyt 1950-luvun jälkeen, mutta viime aikoina palautunut jonkin verran. Järven rekonstruoitu veden fosforipitoisuus on selvästi noussut luonnontilasta, mutta viimeaikoina laskenut. Järveen tulleet valumavedet ovat olleet humus- ja ravinnepitoisia, mikä näkyy humusjärville tyyppisten lajien esiintymisestä joissakin syvyyksissä.

Vedenlaatu. Palojärven veden laadusta on niukalti tietoa. Hanketta edeltävät vesinäytteet ovat vuosilta 1970 ja 2000. Suometsistä virtaavat purot tekevät Palojärven veden humuspitoiseksi. Elokuun alkupuolella 2005 otettujen näytteiden perusteella Palojärvi oli tutkimusjärvistä tummavetisin ja sen vesi oli varsin hapanta. Järvi ei ollut lämpötilan suhteen kerrostunut havaintoaikana, eikä siinä myöskään esiintynyt pohjan läheisen kerroksen hapettomuutta eikä siitä johtuvia seurannaisilmiöitä eli ravinteiden tai raudan vapautumista sedimentistä. Päälysveden kokonaisfosforipitoisuus oli 35 µg l⁻¹ ja kokonaistyyppipitoisuus 470 µg l⁻¹ sekä klorofyllipitoisuus korkea, 14 µg l⁻¹. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Palojärvi luokitellaan tyydyttävään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.



Kuva 38. Palojärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Palojärven liettynyttä rantaa.

3.3.12.3

Kansalaiskysely

Palojärven kansalaiskysely tehtiin vasta keväällä 2007, joten vastauksia käsitellään yhteenvetona. Kyselyyn saatiin 2 vastausta. Vastaajat liikkuivat järvellä säännöllisesti/satunnaisesti. Järven käyttö painottui monipuolisesti kalastukseen, vapaa-ajan viettoon vapaa-ajanasunnolla ja maisemasta nauttimiseen. Lisäksi vettä käytetään kasteluun. Virkistyskäytön kannalta järvestä on hyötyä yksittäisille ihmisille kuin myös laajemmin alueen asukkaille. Virkistyskäytön kannalta tärkeimmät tekijät olivat veden laatu ja maisema.

Vastaajien mukaan järven kunnolla on merkitys myös taloudellisesti. Vastaajien mukaan järven tila on välttävä – huono. Muutoksen arvioidaan tapahtuneen viimeaikoina tai viimeisten 5-10 vuoden aikana. Metsätalous mainittiin muutoksen aiheuttajana. Pahimmat ongelmat olivat valuma-alueelta tuleva aine, liettyminen, verkkojen limoittuminen, vesikasvien runsastuminen ja vedenpinnan korkeuden vaihtelut.

Järvi tarvitsee vastaajien mielestä kunnostusta, lähinnä ulkoisen kuormituksen vähentämistä ja vesikasvien poistoa. Toimenpiteistä ja kustannuksista tulisi vastata valtion ja järven tilan muutoksen aiheuttajan. Järven tilan kohentumisen kannalta suurimmat esteet ovat viranomaisten toimimattomuus ja varojen puute.

Järveä koskevaa tietoa on saatu sanomalehdistä ja tuttavilta tai ei mistään. Kunnostuksia koskevaa tietoa haluttaisiin menetelmistä, vesistöjen ongelmien aiheuttajista, hankkeista ja niiden läpivienistä ja rahoituslähteistä. Lisätietoa halutaan sanomalehdistä, televisiosta/radiosta ja tiedotteista.

3.3.12.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Paikallisten asukkaiden kyselystä tulleiden vastausten mukaan Palojärvellä oli aikaisemmin hiekkarannat, jotka nyt ovat liettyneet. Lisäksi kalasto oli monipuolinen ja made kuti siellä. Nykyään pohja on liettynyt eikä mateen kutu enää onnistu.

Ekologisen selvityksen mukaan Palojärven ravinnepitoisuus on selvästi kohonnut viimeisen 30 vuoden aikana. Paleolimnologisen selvityksen mukaan on kuitenkin merkkejä siitä, että ravinnetaso olisi laskenut korkeimmista pitoisuuksista. Lisäksi pohjaeläinanalyysi näytti järven olevan kohtuullisen hyvässä kunnossa.

Palojärvellä on laaja turvemaapitoinen valuma-alue. Viime vuosina ei valuma-alueella ole ollut kovin paljoa kunnostusajatuksia, mutta niiden määrä suhteessa järven tilavuuteen on huomattava. Valuma-alueelta tuleva fosforikuorma on myös melko suuri suhteessa järven kokoon. Ravinnekuorman tyyppi – fosforisuhteen mukaan suurin osa kuormasta on metsätaloudesta peräisin.

Palojärven viipymä on lyhyt, mikä nopeuttaa ravinteiden kulkeutumista järveen ja siitä eteenpäin. Palojärvi on matalahko eikä siinä havaittu lämpökerrostuneisuutta eikä myöskään pohjan läheisten kerrosten hapettomuutta kesällä 2005. Alusveden vesitilavuus on kohtalaisen suuri, mikä mahdollisesti kerrostumattomuuden kanssa pitää pohjan happitilanteen kohtalaisena ja parantaa järven tämänhetkistä sietokykyä kuormitusta vastaan. Valuma-alueen alhainen järvisyys lisää valuma-alueen kuormituksen kohdistumista Palojärveen.

Palojärven valuma-alueen käytön suurin huomio kohde on, ettei tulevaisuudessa tehtäisi kunnostusajatuksia ilman toimivaa vesiensuojelua. Siksi kunnostusajatuksien teko ja ajoitus tulisi suunnitella

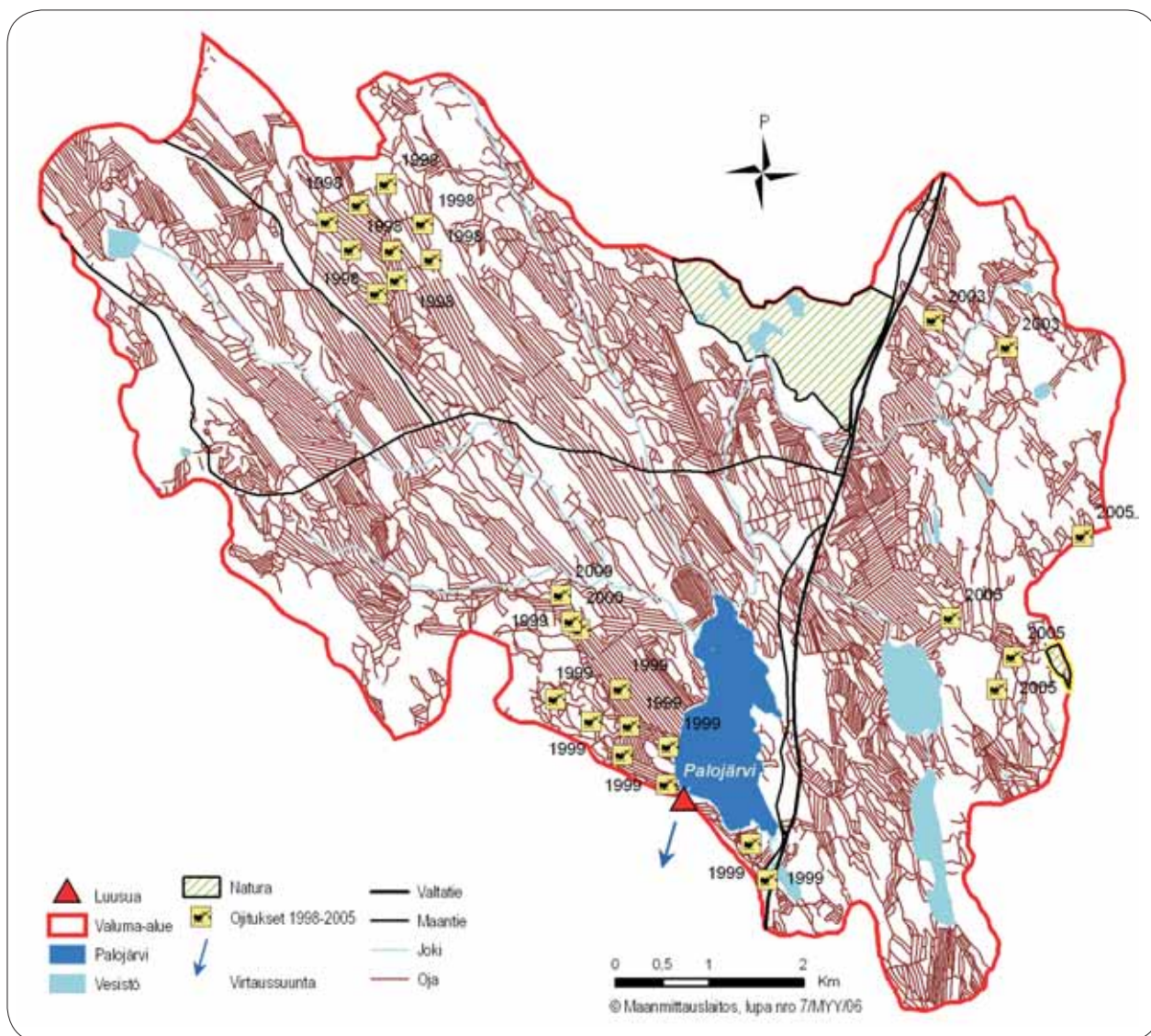
niin, että siitä päätyy mahdollisimman vähän kiintoainesta ja ravinteita järveen asti.

Palojärven valuma-alueesta suuri osa on valtion omistuksessa Metsähallituksen hallinnassa. Metsähallitus on tehnyt alue-ekologisia suunnitelmia alueillaan (Toivanen ym. 2001). Palojärven valuma-alueesta on pienehkö osa monimuotoisuuden lisäämisalueena (Sotinpuro, Yöttäjänjärven pohjoispuoli, Sotinlammen kaakkoispuoli, suunnitelmassa teerien ravintokohteiksi).

Palojärveen laskee neljäkymmentä uomaa/puroa, joista suurimmat ovat Sotinpuro ja Likapuro. Valuma-alueen laskujoet ja -purot lueteltuna myömpäivään alkaen pohjoisimmasta:

- Likapuro
- Pyöreisestä (järvi) tuleva laskupuro
- Mustalammen laskeva puro
- Harakkapuro
- Sotinpuro

Palojärven valuma-alue on hyvin intensiivisesti ojitettu, kuva 39. Lisäksi etelä- ja länsipuolella on vanhoja isoja ojitusalueita. Järven länsipuolella ja eteläpäässä olevat suot ovat myös olleet kunnostusojituskohteina kaksituhatluvun vaihteessa. Kunnostuksen aluksi tulisi kunnostusojitusalueiden vesiensuojelun toimivuus tarkistaa.



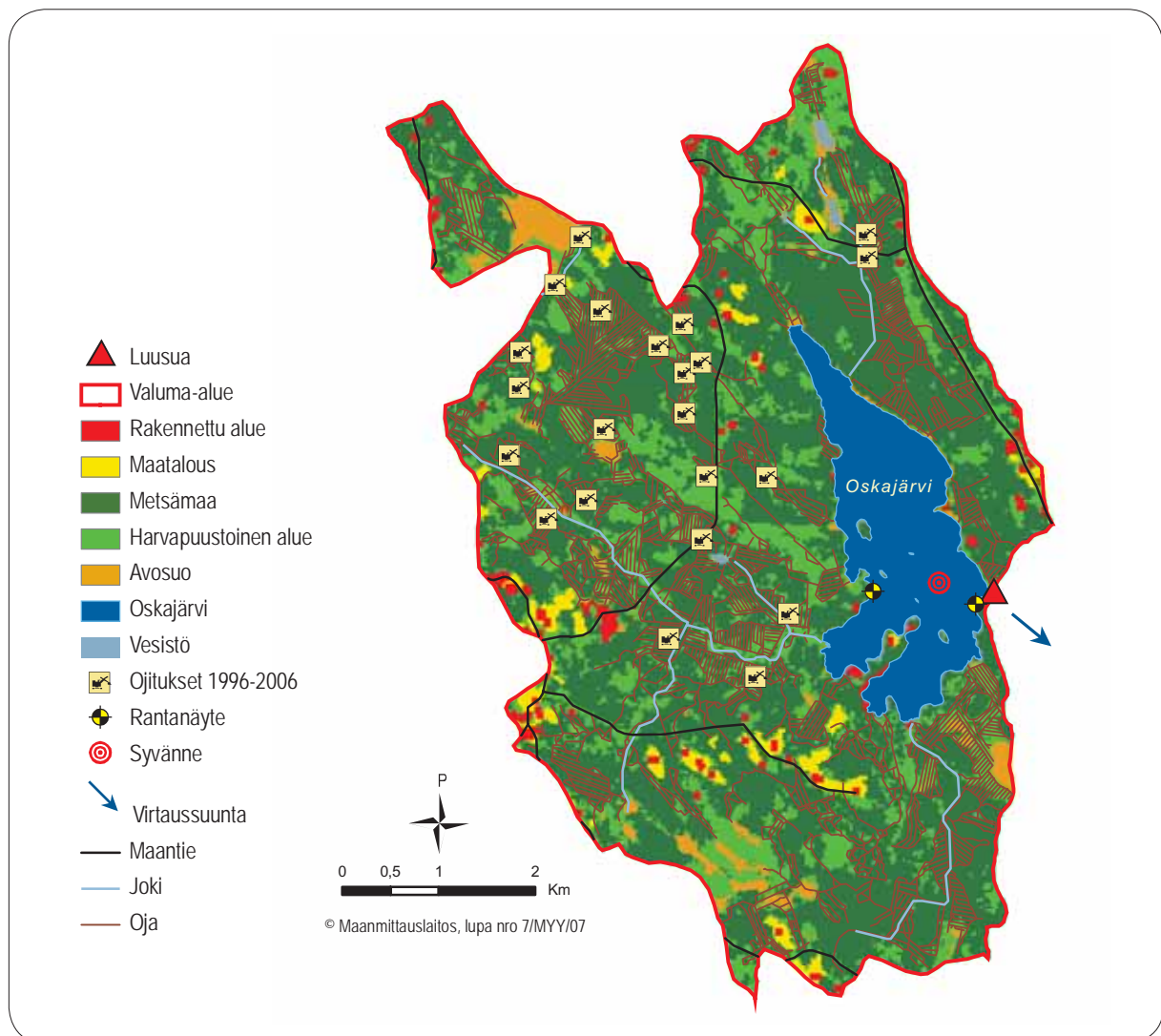
Kuva 39. Palojärven ojitusalueet ja vuosina 1998-2005 ilmoitetut kunnostusojitusalueet.

Oskajärvi

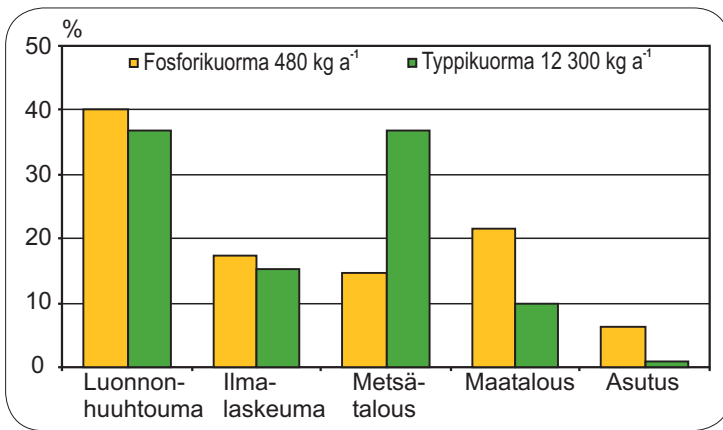
Vaarojen ja soiden ympäröimä Oskajärvi sijaitsee Ilomantsin kirkonkylän eteläpuolella noin kymmenen kilometrin päässä keskustasta. Sen vesipinta-ala on 374 ha, rantaviivaa sillä on 17 km ja saaria viisi. Oskajärven suurin syvyys on 12 m keskisyvyyden ollessa 2,6 m. Järven viipymä on noin 1 vuosi. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2006) tyypittelyohjeen mukaan järvi on matala runsashumuksinen järvi. Alueella toimii Patrikan kylätoimikunta. Hankkeen aikana Oskajärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin pohjaeläimistö, kasviplankton, vesikasvillisuus, veden laatu ja sedimentin piilevät.

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Oskajärvi saa vetensä 3 984 ha suuruiselta vaarojen ja soiden ympäröimältä valuma-alueelta, kuva 40. Siitä on vesistöjä 9 %. Metsät ja metsätalous ovat järven valuma-alueen vallitsevia maankäyttömuotoja. Maa-alasta 91 % on erilaisia metsiä, turvemaita on 37 % ja maataloutta 3 %. Järven valuma-alueella on viitisenkymmentä vakituista asuinsijaa, joissa asuu noin 120 henkilöä. Vapaa-ajanasuntoja on ainoastaan 22. Oskajärvi on latvavesi ja sen valuma-alue on osa Petkeljärven kaukovaluma-alueutta, mutta tässä yhteydessä Oskajärveä tarkastellaan kuitenkin omana tutkimusalueena.



Kuva 40. Oskajärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1996-2006 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näyteenottoapaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syvännepohjaeläinnäyte).



Kuva 41. Oskajärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Valuma-alueen kallioperästä yli 80 prosenttia koostuu sekakivilajeista, granodioriitista, tonaliitista, kvartsidioriitista, graniitista ja syeniitistä. Valuma-alueella ei ole vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita eikä suojelualueita.

Oskajärven valuma-alueen vuotuinen laskennallinen fosforikuormitus noin 480 kg, 0,12 kg ha⁻¹, kuva 41. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat hieman yli puolet siitä. Maatalouden osuus on 22 %, metsätalouden 15 % ja asutuksen 6 %. Vuotuinen typpikuormitus on noin 12 300 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuudet ovat yhteensä hieman yli puolet, metsätalouden 37 % ja maatalouden 10 %. Asutuksen osuus on vähäinen.

Oskajärven valuma-alueen ojitusintensiteetti on 97 ojаметриä ha⁻¹. Viimeisen 10 vuoden aikana on ojitusilmoituksia annettu 78 442 ojаметриä 288 ha alalle. Kunnostusojitusten laskennallinen kuormitus vuodelle 2004 on 27 kg fosforia ja 548 kg typpeä.

3.3.13.2

Ekologinen tila

Oskajärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla.

Kasviplankton. Vuonna 2005 elokuussa Oskajärven kasviplanktonin biomassa oli 0,13 mg l⁻¹ ja klorofyllipitoisuus biomassaan nähden korkea 7,7 µg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassan perusteella tämä järvi luokitellaan hyvin karuksi (Heinonen 1980). Näytteen epäonnistunut säilöntä on kuitenkin mahdollisesti aiheuttanut biomassan pienuuden. Kasviplanktonin biomassan pääosan muodosti *Gonyostomum semen*. Oskajärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella erinomaiseksi.

Pohjaeläimet. Hankkeen aikana tehdyn pohjaeläinanalyysin mukaan Oskajärvi on kohtuullisen hyvässä tilassa. Vesipuitedirektiiviä mukailevaa luokitusta ei voitu laskea kansallisen ohjeistuksen puuttuessa. Sovellettaessa muiden järvien luokkarakoja saatiin arvioksi tyydyttävä.

Vesikasvillisuus. Oskajärvellä on loivia hieka- ja kivikkorantoja. Järvi on matala ja avoin. Kaakkoisosassa on runsaasti järvikortetta, saraa ja järviruokoa. Pohjaruusu- ja kasveja esiintyy melko runsaasti. Paikoitellen esiintyy myös järvikaislaa. Vesikasvillisuuden mukaan Oskajärvi luokituu hyväksi – tyydyttäväksi.

Kalasto. Oskajärveen on istutettu siikaa ja kuhaa. Kalaosakaskunnille tehdyn kyselyn mukaan kuha on menestynyt hyvin ja siika heikosti. Siikaa oli noin 5-6 vuotta sitten hyvin, mutta nyt kanta on romahtanut. Petokaloista haukikanta on runsas. Rapua ei koepyyntöissä ole saatu, vaikka sitä on muutaman kerran istutettu. Aikoinaan noin 15 vuotta sitten rapuja oli niukasti (tiedot Sulo Korhonen ja TE-keskus). Alueella toimii Kuuksenvaaran ja Patrikan kalaveden osakaskunnat. Hankkeen yhteydessä Oskajärveä ei koekalastettu.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Oskajärven pohjasedimenttinäyte oli lyhyt, vain 12 cm pituinen, joten tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Rekonstruoitujen arvojen mukaan veden kokonaisfosforipitoisuus ja veden väriluku eivät juuri ole muuttuneet näytteen kattavana ajanjaksona. Runsaaravinteisia humusvesille tyypillisiä lajeja esiintyy sekä vanhoissa että nuorissa näytteissä.

Vedenlaatu. Oskajärvellä on käytettävissä hajanaisia veden laatutietoja vuodesta 1985 alkaen. Elokuun alussa 2005 järven vesi oli tummaa, humuksen värjäämää. Järvi ei ollut lämpötilan suhteen kerrostunut havaintoaikana. Samanaikainen happitilanne oli tyydyttävä ja ravinne- ja rautapitoisuudet pinnassa ja pohjassa lähes samoja. Päälysveden kokonaisfosforipitoisuus oli 20 µg l⁻¹ ja kokonaistyppipitoisuus 480 µg l⁻¹ sekä klorofylli-

pitoisuus oli hieman kohonnut. Vesistöjen käytökelpoisuusluokituksessa Oskajärvi luokitellaan hyvään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.13.3

Kansalaiskysely

Kansalaiskyselyn vastausprosentti Oskajärvellä oli 30 %. Vastaajista miehiä oli 17 ja naisia 3. Ikä painottui 40-70-vuotiaisiin.

Järven käyttö. Yli puolet vastaajista liikkuu Oskajärvellä tai sen ympäristössä säännöllisesti. Suosituimmat käyttömuodot ovat kalastus ja uiminen sekä vapaa-ajan vietto loma-asunnolla. Maisemalliset arvot koettiin myös tärkeinä. Kyselyn perusteella järvestä on hyötyä virkistykseen kannalta myös laajemmin alueen asukkaille ja lähes kolmanneksen mielestä myös matkailun kannalta. Virkistyskäytön kannalta Oskajärven tärkeimmät ominaisuudet ovat veden laatu ja kalasto. Puolet vastaajista olisi halukkaita osallistumaan yhdistystoimintaan, mikäli sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järvellä koetaan olevan suurta merkitystä myös taloudellisesti. Lähes yksimielisesti järven tilaksi mainittiin välttävä. Ongelmina pidetään verkkojen limoittumista, maalta tulevan kiintoaineen lisääntymistä rannoille sekä muutoksia vedenkorkeudessa. Järven tilan muuttumisesta oli hajontaa: lähes yhtä suuri osa vastaajista ilmoitti järven tilan joko parantuneen, pysyneen ennallaan tai huonontuneen. Muutosajankohtana pidettiin viimeistä 5-10 vuotta tai 10-20 vuotta. Metsätalouden arvellaan eniten vaikuttaneen järven tilaan.

Järven kunnostustarve ja paikallisten mielenkiinto asiaan. Suurin osa vastaajista ilmoitti järven tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä, puolen mielestä kunnostustoimenpiteitä tarvitaan ehdottomasti. Soveltuvia menetelmiä arveltiin olevan kalojen istuttaminen, ulkoisen kuormituksen vähentäminen sekä hoitokalastus. Ensijaisen vastuun käytännön toimista ja kuluista katsottiin kuuluvan joko valtiolle tai kunnalle. Suurin osa vastaajista ei halua osallistua kunnostuskustannuksiin. Kunnostuksen suurimmiksi esteiksi mainittiin viranomaisten puuttumattomuus asioihin ja varojen puute. Ongelmista ei myöskään olla yksimielisiä ja alueen asukkailta puuttuu vaikutuskanava tai mahdollisuus.

Oskajärven rannat ovat paikoin kivikkoisia.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Oskajärveä koskevaa tietoa ovat vastaajat saaneet tuttavilta ja seuraamalla itse järven tilaa. Neljännes vastaajista mainitsi sanomalahdet. Kunnostusmenetelmistä sekä vesistöjen ongelmien aiheuttajista haluttiin eniten lisätietoa rahoituslähde- ja kunnostushanketiedon lisäksi. Tietoa haluttaisiin sanomalehtien sekä tiedotteiden ja kirjeiden kautta. Luotettavimmaksi tiedonlähteeksi vastaajat ilmoittivat tutkijat ja paikalliset asukkaat.

3.3.13.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Oskajärveä hyödynnetään aktiivisesti. Sillä on kaksi yleistä uimarantaa ja lähetyvillä Patrikan kylä, mitkä nostavat virkistyskäyttöastetta. Järven tila on kyselyn perusteella välttävä, muttei siinä keskimäärin ole tapahtunut muutoksia. Paikallisten asukkaiden mielestä järvi tarvitsee kunnostustoimenpiteitä.

Oskajärven näytteenotto epäonnistui sekä kasviplanktonin että pohjasedimentin osalta, joten niiden tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Vesikasviseelvityksen perusteella järvi on rehevä ja pohja-eläinnäytteen mukaan hyvässä-tydyttävässä kunnossa. Veden laadun mukaan järvi on rehevähkö. Järven vesi ei näyttäisi kerrostuvan lämpötilan suhteen eikä pohjan hapettomuutta esiintynyt.



Oskajärvi on malliltaan laakea allas, jossa on pienet syvänteet: 1 % vesimassasta kattaa puolet kokonaissyvyydestä. Valuma-alueen turvemaasuus ja kuormituspaine ovat melko suuria ja järvisyys matalahko (alle 10 %), mitkä vaikuttavat siihen, ettei valuma-alueen kuormitus pidä yläpuolisiin vesistöihin. Järven kerrostumattomuus parantaa kuitenkin alusveden happitilannetta, jolloin sisäistä kuormitusta ei niin helposti ilmene. Oskajärvessä saattaa kuitenkin ilmetä ongelmia hetkellisesti, jos pienikokoiset syvänteet menevät hapettomiksi.

Oskajärvi on kohtuullisessa kunnossa eikä tarve kunnostamiseen ole kiireellinen. Valuma-alueen kuormituspaine on kuitenkin siksi suuri, että vesiensuojelusta tulee huolehtia, jotta järven tila ei huonone. Oskajärveen laskee noin 35 uomaa. Valuma-alueen laskujoet ja –purot lueteltuina myötävään alkaen pohjoisimmasta.

- Järven pohjoispäätyyn Tuohivaaraan laskeva oja/uoma
- Hyttipuro, laskee Hyttilammesta Oskajärveen
- Särkipuro, laskee Oskajärven eteläpäähän
- Rajapuro, laskee Oskajärven Rajalahteen
- Lamminvaaralta laskeva oja/uoma/puro

Oskajärven valuma-alueen soista on suurin osa ojitettu. Rannanläheisiä soita ei ole kunnostus- ojitettu 2000-luvun taitteessa. Suurin osa kunnostus- ojituksista sijaitsee Lamminvaaran ympäristössä. Ojitusalueiden vedet laskevat Rajapuroa pitkin Oskajärven Rajalahteen. Purokunnostukset, kuten muutkin vesiensuojelutoimenpiteet, vaativat huolellisen maastotarkastelun ja –suunnittelun. Etenkin Rajapuroa ja siihen liittyviä uomia tulisi tarkastella, koska puro kulkee suurimpien suoalueiden läpi.

3.3.14

Naarvanjärvi

Ilomantsin pohjoisosassa sijaitseva pitkä ja kapeahko Naarvanjärvi on 128 ha suuruinen. Se on reittivesistö, jolle vesiä laskee usealta eri valuma-alueelta. Haapajokea pitkin vedet laskevat järveen, ja Naarvanjokea pitkin vedet laskevat edelleen Lutinjokeen ja siitä Koitereeseen. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2006) tyypittelyn mukaan järvi on lyhytviipymäinen; keskiviipymä on noin viisi päivää. Järvellä on kaksi saarta ja rantaviivaa yhteensä noin 16 km. Naarvanjärven suurin syvyys on 8 m ja keskisyvyys 2,5 m. Hankkeen aikana Naarvanjärveltä sel-

vitettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä tutkittiin pohjaeläimistö, sedimentin piilevät, kasviplankton ja veden laatu.

3.3.14.1

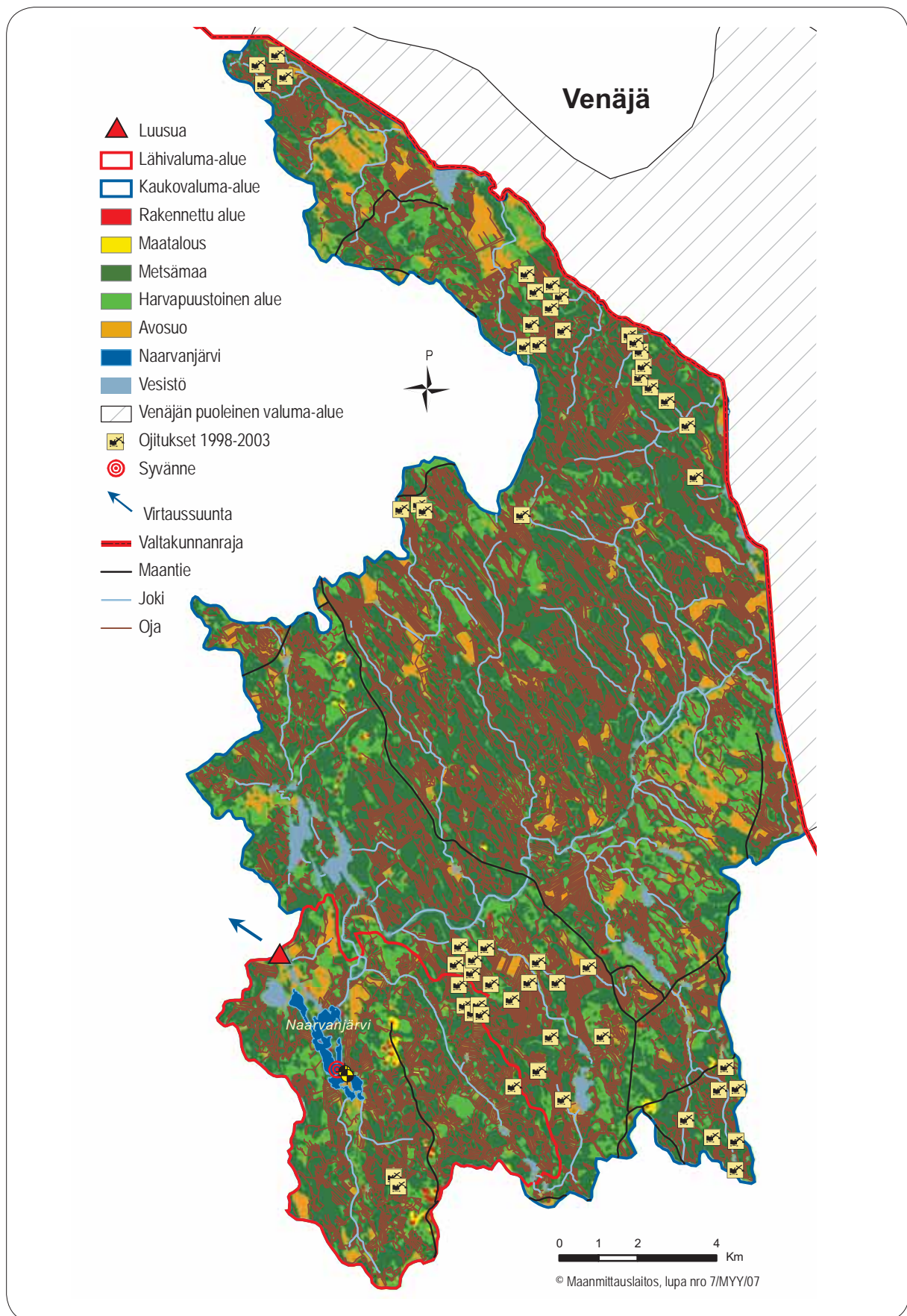
Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Naarvanjärven lähivaluma-alue on noin 4 419 ha suuruinen ja siitä vesistöjä on 5 %, kuva 42. Alue on metsäinen, maa-alasta turvemaata on 46 %. Lähes 88 % on erilaisia metsiä, 9 % avosoita ja maatalousalueita alle 1 %. Asutus on harvaa: alueella asuu kolmisenkymmentä henkeä 15 kiinteistössä. Vapaa-ajan asuntoja Naarvanjärven lähivaluma-alueella on 22.

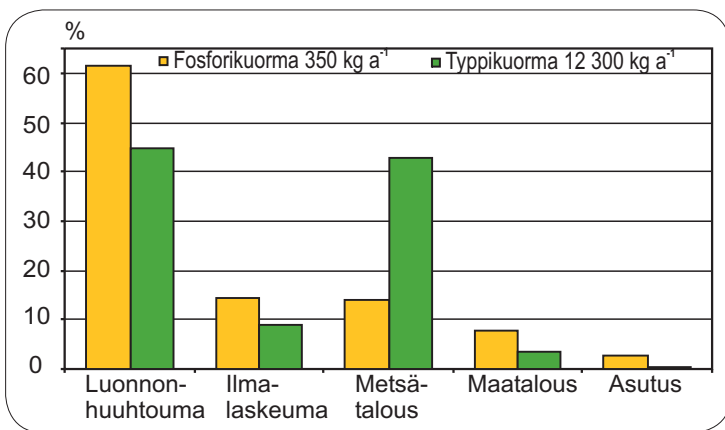
Kaukovaluma-alue on myös erämaata. Alue on hyvin laaja; 22 623 ha on Suomen puolella ja noin 36 938 ha Venäjän puolella. Vesialueita on vähän, 3 % pinta-alasta. Suurimmat järvet ovat Iso Kivijärvi, Hiisjärvi ja Petäjäjärvet. Maa-alasta turvemaita on Suomen puolella 48 %, metsiä on 89 % ja avosoita 10 %. Maataloutta eikä asutusta alueella juurikaan ole - ainoastaan kuusi vakituista asuinkäytössä olevaa rakennusta ja viisi kesämökkiä. Naarvanjärven Suomenpuoleisesta valuma-alueesta on Metsähallituksen omistuksessa 73 %.

Valuma-alueen on maaperältään sekakivilajistoa, joka sisältää suurimmaksi osin granodioriittia, tonaliittia, kvartsidioriittia, graniittia ja syeniittia, sekä tonaliitti-, trondhjemiitti- ja granodioriittigneissia ja migmatiittia. Lähivaluma-alueella vedenhankintaa varten tärkeät I-luokan pohjavesialueet sijaitsevat Orisärkällä ja Naarvassa. II-luokan pohjavesialueita on Iso Kivijärvellä ja Hiekkaniemessä. Yhteensä pohjavesialueita on 27 ha alueella. Naarvanjärven valuma-alue kuuluu kokonaisuudessaan Pielisen reitin Pankajärven yläpuolisten vesistöjen suojelualueeseen. Lisäksi Susitaipaleen vaellusreitti kulkee valuma-alueen läpi.

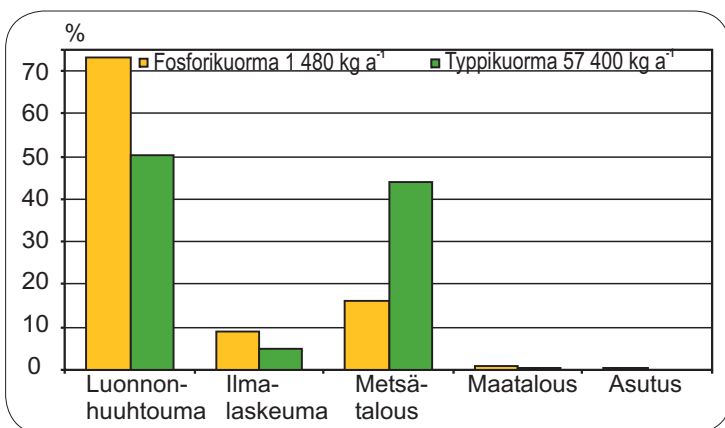
Naarvanjärven lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 350 kg, 0,08 kg ha⁻¹, kuva 43. Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma muodostavat siitä 75 %, metsätaloustoimenpiteet 14 % ja maatalous 8 %. Yhdyskuntaperäinen kuormitus on verrattain suurta, 3 % Naarvankylän läheisyyden sekä haja- ja loma-asutuksen nostaessa sitä. Vuotuinen typpikuormitus on noin 12 300 kg, 3 kg ha⁻¹, mistä luonnonhuuhtouma yhdessä ilmalaskeuman kanssa muodostavat hieman yli puolet. Metsätalouden osuus on 43 % ja maatalouden 3 %. Yhdyskuntaperäinen kuormitus on alle 1 %.



Kuva 42. Naarvanjärvi valuma-alueineen. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1998-2003 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).



Kuva 43. Naarvanjärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 44. Naarvanjärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

Naarvanjärven kaukovaluma-alueen erämaisuus tulee esille kuormituksessa. Suomenpuoleisen kaukovaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuormitus on noin 1 480 kg, 0,07 kg ha⁻¹, mistä luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus yhdessä on 82 %, kuva 44. Metsätaloustoimenpiteet ovat maankäytön suurin fosforikuormittaja, 16 %. Maatalouden osuus on vähäinen. Typpikuorma on noin 57 400 kg, 3 kg ha⁻¹, mistä 55 % tulee luonnonhuuhtoumasta ja ilmalaskeumasta. Metsätalouden osuus on 44 %.

Naarvanjärven erämaa-alueet on ojitettu. Lähivaluma-alueen ojitusintensiteetti on korkea, 122 ojametriä ha⁻¹. Kaukovaluma-alueen Suomenpuoleisen osan ojitusintensiteetti on 139 ojametriä ha⁻¹. Kunnostusojituksia on lähivaluma-alueelle viimeisen 10 vuoden ajalle suunniteltu 8 259 ojametriä 24 ha alueelle ja kaukovaluma-alueelle 213 650 ojametriä 621 hehtaarille. Näiden kuormitus vuonna 2004 oli noin 0,8 kg fosforia ja 24 kg typpeä. Kaukovaluma-alueen ojituskuormitus oli 21 kg fosforia ja 729 kg typpeä.

3.3.14.2

Ekologinen tila

Naarvanjärven ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön ja loppukesän kas-

viplanktonnäytteen avulla sekä järven historiaa pohjasedimentin piilevien avulla.

Kasviplankton. Vuoden 2005 elokuussa Naarvanjärven kasviplanktonin biomassa oli 0,71 mg l⁻¹, ja klorofyllipitoisuus 12,0 µg l⁻¹. Kasviplanktonin biomassan perusteella järvi luokitellaan Heinosen (1980) raja-arvojen mukaan lievästi mesotrofiseksi. Biomassasta pääosan muodosti *Gonyostomum semen* levä. Naarvanjärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella luokkaan erinomainen-tydyttävä.

Pohjaeläimet. Naarvanjärven pohjaeläimistöä ilmentää rehevyyttä. Hankkeen luokittelussa järvi kuului luokkaan hyvä. Vesipuitteiden suhteen muuta luokittelua ei voitu tehdä ohjeistuksen puuttuessa, mutta muiden tyyppien ohjeistusta soveltaen Naarvanjärvi kuuluisi luokkaan tyydyttävä.

Kalasto. Naarvanjärveen on istutettu siikaa ja kuhaa 1990- ja 2000-luvulla sekä kertaalleen rapuja. Alueella toimii Naarvansalon kalaveden osakaskunta. Hankkeen yhteydessä Naarvanjärveä ei koekalastettu.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Paleolimnologisen analyysin mukaan Naarvanjärven vedenlaadussa ei näytä tapahtuneen suuria muutoksia. Pintanäytteissä on kuitenkin humusjärville tyypillisten lajien lisäksi paljon rehevien vesien lajeja, mikä kertoo jonkin asteisesta rehevöitymisestä tai luontaisesta rehevyydestä. Valumavesien mukana

tulevien hapahkojen humusvesien lajien osuus pysyy patsaassa tasaisena.

Vedenlaatu. Ennen hanketta Naarvanjärveltä on vedenlaatutietoja kevättalvien mittauksista vuosilta 1975, 1984 ja 1999. Elokuussa 2005 Naarvanjärven vesi oli hyvin tummaa ja humuksen värjäämää ja melko hapanta. Järvessä oli lämpötilakerrostuneisuus näytteenottoaikaan, jolloin myös happi oli syvänteessä kulunut loppuun. Sen seurauksena alusveden ravinne- ja rautapitoisuudet olivat kohonneet kuin myös kemiallisen hapenkulutuksen ja sähköjohtokyvyn arvot. Järven päällysveden fosfori- ja typpipitoisuudet sekä kohonnut klorofyllipitoisuus ilmentävät Naarvanjärven olevan lievästi rehevä. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Naarvanjärvi luokitellaan hyvään tai tyydyttävään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.

3.3.14.3

Kansalaiskysely

Naarvanjärvellä tehdyn kansalaiskyselyn vastausprosentti oli 33 %. Vastaajista miehiä oli 5 ja naisia 5. Ikähajonta oli laaja, 50-80 v.

Järven käyttö. Kaikki vastaajat liikkuvat järven ympäristössä, hieman yli puolet säännöllisesti. Kalastus on suosituin järven käyttömuoto maise-mallisten arvojen lisäksi. Muita ovat uiminen ja vapaa-ajan asunnolla oleskelu. Järvestä katsotaan olevan paljon hyötyä yksittäisten asukkaiden lisäksi laajemmin alueen asukkaille ja matkailulle. Suurin osa vastaajista ilmoitti järvellä olevan taloudellista merkitystä. Puolet vastaajista on vesialueen omistajana järven osakaskunnassa. Kolmannes

olisi halukkaita osallistumaan yhdistystoimintaan järven hyväksi, jos sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilalla on paljon merkitystä vastaajille. Tila on vastaajien mielestä joko hyvä tai välttävä. Järven tilan muuttumisen ja muutosajankohdan suhteen ei oltu yksimielisiä. Vastauksia annettiin hyvin vaihtelevasti. Metsätalouden arveltiin olevan eniten järven tilaan vaikuttanut tekijä. Pahimmat ongelmat Naarvanjärvessä ovat vastaajien mielestä liettyminen (kiintoaines), verkkojen limoittuminen ja muutokset vedenkorkeudessa.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kunnostushalukkuus. Yli puolet vastaajista ilmoitti järven tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä joko ehdottomasti tai luultavasti. Neljä vastaajaa ilmoitti, ettei järvi tarvitse kunnostustoimenpiteitä. Kolmannes vastaajista ilmoitti luonnon hoitavan itse itsensä. Järvelle sopivia kunnostustoimia arveltiin olevan kalojen istutus ja ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Vastaajien mukaan vastuu kunnostamisen käytännöstä ja kuluista kuuluisi ensisijaisesti valtiolle, mutta muitakin vaihtoehtoja annettiin. Hieman alle puolet vastaajista olisi mahdollisesti valmis osallistumaan kunnostuskustannuksiin, mutta yhtä moni ei missään tapauksessa halua osallistua kustannusten maksamiseen. Suurin este järven kunnostamiselle on vastaajien mielestä viranomaisten puuttumattomuus asiaan ja varojen puute. Vastaajat ilmoittivat myös, ettei järveä tarvitse hoitaa.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Järveä koskevaa tietoa on saatu enimmäkseen itse havainnoiden järveä. Muita ovat olleet sanomalehdet, tutkimusten ja selvitysten tekijät sekä tuttavat. Luotettavin tiedonlähde olivat tutkijat, viranomaiset ja



paikalliset asukkaat. Lisätietoa tarvittiin vesistöjen ongelmien aiheuttajista, kunnostusmenetelmistä sekä kunnostushankkeista yleensä. Tiedonlähteinä mainittiin sanomalehdet, internet, televisio sekä tiedotteet ja kirjeet.

3.3.14.4

Järven kunnostustarve ja suositukset

Kansalaiskyselyn perusteella Naarvanjärven koetaan olevan melko hyvässä kunnossa. Metsätalouden arvellaan muuttaneen tilaa eniten. Selkeää ongelmaa järvestä ei tuntunut ihmisten mielestä olevan, mutta silti mainittiin useita epäkohtia. Muutosten tapahtumisajankohtaa ei pystytty selvästi määrittämään.

Ekologisen selvityksen, vedenlaadun ja pohjasedimentin piilevien perusteella Naarvanjärvi on hyvässä – tyydyttävässä kunnossa ja ravinteisuudeltaan melko rehevä. Piilevien perusteella suurta muutosta ravinnetasossa ei ole tapahtunut eli järvi olisi aina ollut runsasravinteinen. Siihen vaikuttaa valuma-alueen alhainen järvisyys ja korkea turvemaasuus sekä järven lyhyt viipymä. Toisaalta lyhyt viipymä saattaa myös viedä ravinteita ja orgaanista ainesta nopeasti eteenpäin, jolloin se ei ehdi sedimentoitua Naarvanjärveen. Järven pieni tilavuus madaltaa sen sietokykyä kuormitusta vastaan. Alusveden hapettomuutta ilmenee ja se aiheuttaa ravinnepäästöjä pohjasta.

Naarvanjärven kunnostustarve on lähinnä ehkäisevä eli valuma-alueelta tulevan orgaanisen aineen ja ravinnekuorman vähentäminen on tärkeää, jottei sisäistä kuormitusta tapahtuisi. Kunnostussuunnitelma käsittelee Naarvanjärven valuma-alueelle keskittyviä toimenpiteitä. Valuma-alueen kunnostamistoimenpiteillä pyritään epäsuorasti vaikuttamaan järven tilaan vähentämällä ulkoista kuormitusta ja pienentämällä etenkin soilta tulevan veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuutta.

Naarvanjärveen laskee yhteensä noin 50 uomaa. Valuma-alueen laskujoet ja –purot lueteltuina myötäpäivään alkaen pohjoisimmasta.

- Haapajoki
- Oripuro
- Länsirannalle laskee kohtalaisen runsasvetinen oja/puro

Naarvanjärveä ympäröivät suot on tehokkaasti ojitettu. Vuoden 2005 ja 2006 maastotutkimuksissa havaittiin useissa lahdissa runsaskasvustoisia sekä liettyneitä ranta-alueita. Rantavyöhykkeen läheisiä soita ei ole kunnostusojitettu 2000-luvun taitteessa. Kaukovaluma-alueella on isoja ojitusalueita, joiden vesiensuojelusta tulee huolehtia, koska kaukova-

luma-alueen järvisyys on pieni, jolloin suurin osa ravinteista päätyy Naarvanjärveen.

Naarvanjärven valuma-alueelle soveltuviin vesiensuojelutoimenpiteisiin kuuluvat mm. pintavalutuskentät, oja- ja kaivukatkot, lietekuopat sekä purokunnostus. Lähivaluma-alueella purokunnostukseen soveltuvia puroja ovat mm. Suurtupuro, joka laskee Haapajokeen, ja Oripuro. Purokunnostustoimenpiteitä tulisi tehdä aiemmin luetelluille puroille tapauskohtaisesti. Ainoastaan merkittävimmät kohteet tulisi kunnostaa. Purokunnostukset, kuten muutkin vesiensuojelutoimenpiteet, vaativat huolellisen maastotarkastelun ja –suunnittelun.

3.3.15

Petkeljärvi

Ilomantsissa, osittain kansallispuistoalueella sijaitseva Petkeljärvi on 176 ha suuruinen. Rantaviivaa sillä on 22 km ja pieniä saaria viisi. Järven suurin syvyys on 9 m ja keskisyvyys 3,1 m. Petkeljärvi on reittivesi, Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyn mukaan se kuuluu lyhytviipymäisiin järviin. Hankkeen aikana Petkeljärveltä selvitettiin valuma-alueen maankäyttö sekä kuormitus ja tutkittiin pohjaeläimistö, vesikasvillisuus, kasviplankton, veden laatu ja pohjasedimentin piilevät.

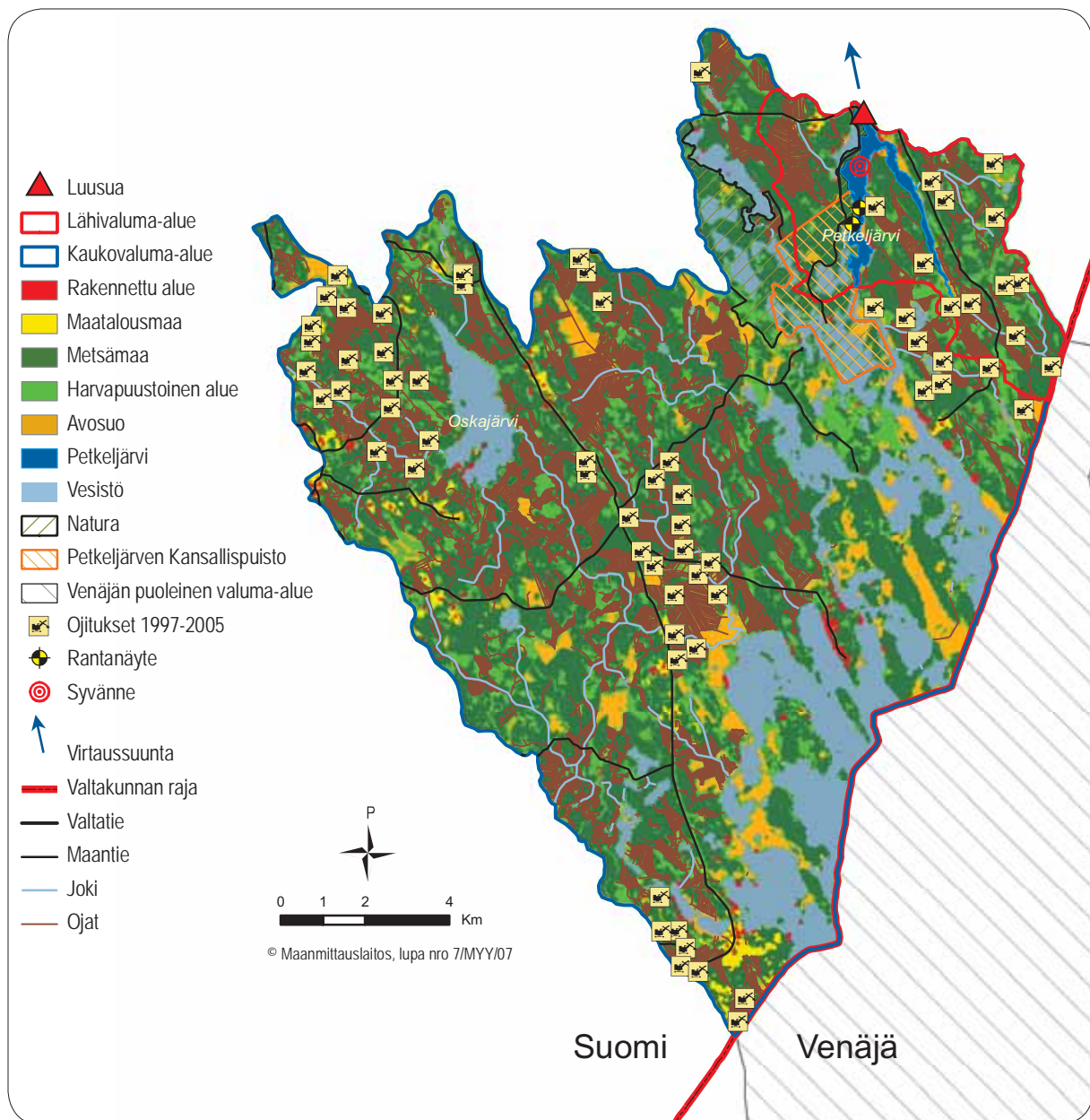
3.3.15.1

Valuma-alueen maankäyttö, geologia, pohjavesi- ja suojelualueet sekä kuormitus

Petkeljärven lähivaluma-alue on laajuudeltaan 2 610 ha, josta vesistöjä on 10 %, kuva 45. Maa-alasta on metsiä 93 %. Suuri osa niistä sijaitsee turvemaalla, jota on 29 %. Avosoita on jäljellä 5 %. Vakituista asutusta on noin kymmenellä tilalla, joissa asuu parisenkymmentä ihmistä. Petkeljärvi on suosittu lomapaikkana; alueella on 52 kesämökkiä.

Petkeljärvellä on hyvin laaja kaukovaluma-alue, josta suurin osa, 81 400 ha, ulottuu Venäjän puolelle. Tässä käsitellään Suomen puoleista valuma-alueen osaa, jonka pinta-ala on noin 20 893 ha ja sen järvisyys 18 %. Alueella sijaitsevat mm. Haapojärvi, Valkiajärvi, Oskajärvi ja Ravajärvi. Maa-alasta metsiä on 88 %, mistä kolmannes luokitellaan harvapuustoiseksi. Turvemaita on 39 % ja avosoita 8 %. Vakituksessa asuinkäytössä olevia rakennuksia on noin 200 ja niissä asuu nelisensataa henkeä. Kesämökkejä kaukovaluma-alueella on 230.

Petkeljärven lähivaluma-alueen kallioperä koostuu lähes kokonaan granodioriitista, tonaliitista, kvartsidioriitista, graniitista ja syeniitistä. Vedenhankintaa varten tärkeitä I-luokkaan kuuluvia



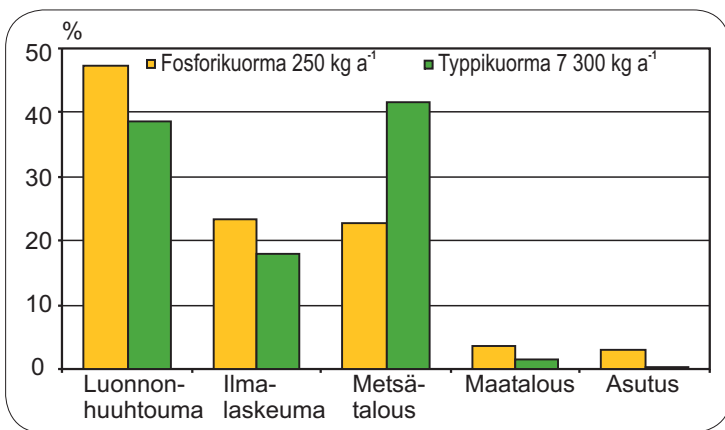
Kuva 45. Petkeljärvi ja sen valuma-alue. Karttaan on merkitty valuma-alueen maankäyttö, vuosien 1997-2005 aikana ilmoitetut kunnostusojituskohteet, näytteenottopaikat sekä ranta-alueilta (pohjaeläimet) että syvänteestä (sedimentti-, kasviplankton-, vesi-, ja syväntepohjaeläinnäyte).

pohjaviesialueita on yhteensä 423 ha ja II-luokan alueita 638 ha. Alueet sijaitsivat Oinaslammen, Hevonharjun, Petkeljärven ja Littilammen alueella. Vanhojen metsien suojeluohjelmaan kuuluvaa aluetta on 49 ha Multikankaalla. Lisäksi alueella on 670 ha:n Petkeljärven kansallispuisto. Natura-alueita on 1 221 ha. Metsähallituksen maita on Petkeljärven ympäristössä yhteensä 1 066 ha.

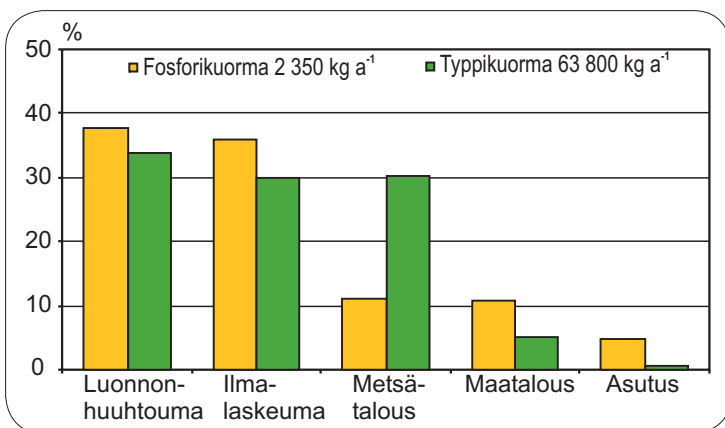
Petkeljärven lähivaluma-alueen laskennallinen vuotuinen fosforikuorma on noin 250 kg, 0,10 kg ha⁻¹, kuva 46. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus on yhteensä 70 %, metsätalouden

23 %, maatalouden 4 % ja asutuksen 3 %. Vuotuinen typikuorma on noin 7 300 kg, 3 kg ha⁻¹. Luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman osuus siitä yhteensä on 57 %, metsätalouden 42 % ja maatalouden 1 %.

Petkeljärven kaukovaluma-alueen vuotuinen laskennallinen fosforikuorma on noin 2 350 kg, 0,11 kg ha⁻¹, kuva 47. Luonnonhuuhtoumaa ja ilmalaskeumaa on siitä yhteensä 74 %. Metsä- ja maatalouden osuudet ovat yhtä suuria, 11 %. Asutuksen osuus on noin 5 %. Vuotuinen typikuorma on 63 800 kg, 3 kg ha⁻¹, josta luonnonhuuhtouman ja



Kuva 46. Petkeljärven lähivaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat ja niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.



Kuva 47. Petkeljärven kaukovaluma-alueen fosfori- ja typpikuormat sekä niiden jakautuminen eri kuormittajien kesken.

ilmalaskeman osuus on noin 64 %, metsätalouden 30 % ja maatalouden 5 %.

Tarkkaa tietoa Petkeljärven Venäjän puoleisesta kaukovaluma-alueen maankäytöstä ei ole saatavilla. Noin 81 000 hehtaarin laajuinen kaukovaluma-alue on luonteeltaan metsäinen ja kuormitus koostuu enimmäkseen luonnonhuuhtoumasta. Vuotuiset kuormitusluvut ovat noin 1 500 kg fosforia ja 17 000 kg typpeä. Suuri osa siitä jää kuitenkin kaukovaluma-alueelle.

Metsätalous on hallitseva maankäyttömuoto Petkeljärven valuma-alueella. Satelliittikuvista näkyviä harvapuustoisia alueita, joita hankkeessa pidetään mahdollisina hakkuualueina, on lähivaluma-alueella kaikkiaan 25 %. Ojitusintensiteetti on 77 ojametriä ha⁻¹. Lähivaluma-alueen kunnostusojituksia on ilmoitettu kaikkiaan 75 249 m noin 284 ha alueelle, minkä laskennallinen kuorma vuonna 2004 oli 28 kg fosforia ja 457 kg typpeä. Kaukovaluma-alueen ojitusintensiteetti on 84 ojametriä hehtaarilla. Kunnostusojituksia on ilmoitettu 235 151 m noin 211 ha alalle. Kunnostusojitusten potentiaalinen kuormius vuonna 2004 oli 60 kg fosforia ja 1 127 kg typpeä.

3.3.15.2

Ekologinen tila

Petkeljärvi kuuluu hankkeessa intensiivisesti tutkittujen järvien joukkoon. Sen ekologista tilaa selvitettiin hankkeen aikana pohjaeläimistön, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden, vedenlaadun ja koekalastuksen avulla. Järven historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevästön avulla.

Kasviplankton. Petkeljärvi kuului avovesikautena 2005 intensiivisesti seurattuihin järviin. Kesän kasviplanktonin biomassassa oli keskimäärin 0,49 mg l⁻¹. Klorofyllipitoisuus oli vastaavasti 8,4 µg l⁻¹. Klorofyllipitoisuus oli ajoittain melko korkea, mikä johtunee järven runsaasti pigmenttiä sisältävästä *Gonyostomum semen* levästä. Kasviplanktonin biomassan perusteella tämä järvi luokitellaan Heinosen (1980) luokkarajojen mukaan mesotrofiseksi, lievästi reheväksi järveksi. Sinilevien määrät olivat yleensä melko pieniä ja *Merismopedia warmingiana* (Chroococcales) oli järvelle tyypillinen sinilevä. Petkeljärvi voidaan luokitella kasviplanktonin biomassan ja *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella erinomaiseksi – hyväksi.

Pohjaeläimet. Pohjaeläinanalyysin mukaan Petkeljärvi on melko rehevä ja sen tila luokiteltiin muuten hyväksi. Vesipuitedirektiivin mukaista luokittelua ei voitu tehdä ohjeistuksen puuttuessa, mutta ohjeistusta soveltaen saadaan luokaksi hyvä.

Vesikasvillisuus. Petkeljärven rannat ovat hieka-, hiesu- ja itäosassa mutapohjaa. Paikoitellen rannat ovat pahasti eroosion kuluttamia. Ranta-profiilissa on paikoin hiekkainen dyyni, josta pohja syvenee jyrkästi. Piistinjoen suulla on sankkoja vesisammalmattoja, saraikoita ja paikoin ruovikoita. Järvestä puuttuvat, todennäköisesti rantaeroosioista johtuen, tavallisimmat pohjaruusuksikasvit. Vesikasvillisuuden perusteella järvi on tyydyttävässä – hyvässä tilassa.

Kalasto. Petkeljärveen on istutettu siikaa ja kuhaa vähäisessä määrin 1990- ja 2000-luvuilla. Petkeljärven luontaisesta kalastosta muikulla on vähäinen merkitys ammattikalastukselle sekä satunnaiselle kotitarvenuotaukselle. Hauki ja ahven lienevät tärkeimmät petokalat, lisääntymispaikkoja lienee riittävästi vaikka rannat ovatkin rakenteeltaan melko karut (Hannu Hupli, Metsähallitus, TE-keskuksen rekisterit). Hankkeen yhteydessä tehdyn koekalastuksen mukaan Petkeljärven kalakanta on erinomaisessa kunnossa.

Pohjasedimentin piileväanalyysi. Petkeljärven paleolimnologisen analyysin mukaan järvi on aina ollut reheväkö. Lajistossa näkyy turvemailta tyypillisten dystrofisten valumavesien lajistoa. Petkeljärven vertailutilan voidaan sanoa olevan

noin 30 cm syvyydessä, sillä syvempien näytteiden ajoituksista ei ole tietoa, mutta niidenkin mukaan järvi on ollut melko rehevä. Viimeaikaisten tulosten mukaan veden fosforipitoisuus olisi hieman noussut.

Veden laatu. Petkeljärven syvännelävaintopaikka sijaitsee Oinaansalmen edustalla. Petkeljärvi on mukana mm. seuraavissa hankkeissa: veden laadun seuranta järvisyvänteillä, vesistöjen peruskartoitus ja happitilanteen seuranta, vesienhoidon suunnittelua palveleva alueellinen pintavesiseuranta.

Petkeljärven veden laatua on seurattu harvakseltaan; 1970-, 1980- ja 1990-luvulta on 1-2 näyteker-tää. Avovesikaudella 2005 Petkeljärven vesi oli runsas-humuksista ja väriltään tummaa. Toukokuussa vesi oli varsin hapanta ja melko hapanta heinä- ja elokuun havaintokerroilla. Järvi oli heinäkuun puolivälistä elokuun alkupuolelle 2005 kerrostunut lämpötilan suhteen. Elokuun alkupuolella alusve-den happitilanne oli huono, mistä johtuen varsin-kin ravinne- ja rautapitoisuudet kohosivat pohjan lähellä. Päälysveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli vuoden 2005 avovesiaikana 17 ja 21 $\mu\text{g l}^{-1}$ välillä ja kokonaistyyppipitoisuus vastaavasti 370 ja 400 $\mu\text{g l}^{-1}$ välillä. Kasvukauden aikainen keskimää-räinen klorofyllipitoisuus oli 8,4 $\mu\text{g l}^{-1}$. Klorofylli- ja ravinne-pitoisuudet ovat mesotrofisille eli lievästi reheville järville tyypillisiä. Vesistöjen käyttökel-poisuusluokituksessa Petkeljärvi luokitellaan hy-vään luokkaan näkösyvyyden, kokonaisfosforin ja klorofyllipitoisuutensa perusteella.



Petkeljärven valuma-aluetta.

Kansalaiskyselyn vastausprosentti oli Petkeljärvellä 32 %. Vastaajista miehiä oli 11 ja naisia 5. Ikä painottui 40-50 vuotiaisiin.

Järven käyttö. Yli puolet vastaajista liikkuu järvellä tai sen ympäristössä säännöllisesti. Suosituinta on vapaa-ajanasunnolla oleskelu, uiminen ja kalastus. Puolet piti myös maisemaa tärkeänä tekijänä. Kaikkien vastaajien mielestä järvestä on hyötyä virkistykseen kannalta. Lisäksi matkailu nousi esiin. Kaksi tärkeintä ominaisuutta virkistyskäytölle olivat veden laatu ja kalasto. Vesialueen omistajana järven osakaskunnassa on puolet vastaajista. Kolmanneksella on halukkuutta osallistua yhdistystoimintaan järven hyväksi, jos sellainen olisi mahdollista.

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Valtaosa vastaajista ilmoitti järven kunnolla olevan heille suuri merkitys, myös taloudellisesti. Suurin osa arveli järven tilan joko pysyneen ennallaan tai huonontuneen. Muutosten katsottiin tapahtuneen joko viimeisen 5-10 tai 10-20 vuoden aikana. Metsätalous katsottiin suurimmaksi muutosten aiheuttajaksi. Avoimissa vastauksissa mainittiin useasti metsäojitusten huonontaneen järven tilaa. Ongelmiksi mainittiin veden korkeuden vaihtelu, rantojen umpeenkasvu ja verkkojen limoittuminen.

Järven kunnostustarve ja paikallisten kiinnostus siihen. Yli puolet vastaajista ilmoitti järven joko ehdottomasti tai luultavasti tarvitsevan kunnostusta. Soveltuviksi toimenpiteiksi arveltiin ulkoisen kuormituksen vähentäminen, kalojen istutus ja rantojen ruoppaaminen. Avoimissa vastauksissa oli useasti mainittu ojitusten vähentäminen tai lopettaminen sekä vedenkorkeuden vaihteluvälin rajoittaminen.

Järven kunnostus ja siitä aiheutuvat kulut kuuluisivat vastaajien mukaan valtiolle, kunnalle ja ranta-/vesialueen omistajille. Puolet vastaajista olisi valmiita mahdollisesti osallistumaan järven kunnostuskustannuksiin. Kolmannes vastaajista puolestaan ei halua missään tapauksessa osallistua. Suurin este järven kohentamisen kannalta on vastaajien mielestä viranomaisten puuttumattomuus, varojen puute sekä alueen asukkailta puuttuva osallistumiskanava.

Järveä koskevan tiedon saaminen. Järveä koskevaa tietoa on saatu enimmäkseen sanomalehdistä. Kolmannes vastaajista ei ole saanut tietoa mistään. Lisätietoa haluttaisiin kunnostusmenetelmistä ja vesistöjen ongelmien aiheuttajista, sekä muista kunnostushankkeista. Tietoa haluttaisiin saada sanomalehtien sekä tiedotteiden ja kirjeiden

välityksellä. Luotettavimmaksi tiedonlähteeksi mainittiin tutkijat sekä viranomaiset.

Petkeljärven ympäristössä liikutaan ahkerasti ja kalastus, uiminen sekä muu vapaa-ajan vietto on hyvin suosittua. Kyselyn vastaajista suurin osa arvioi järven tilan olevan välttävä ja tilan keskimäärin hieman huonontuneen. Veden korkeuden vaihtelut, rantojen umpeenkasvu ja verkkojen limoittuminen ovat pahimmat ongelmat järvessä. Metsätalouden arveltiin olevan järven tilaa eniten huonontanut tekijä.

Petkeljärven tila vaihteli eri ekologisten mittareiden mukaan. Kasviplanktonin, pohjaeläimien ja kalojen perusteella järvi oli erinomaisessa-hyvässä kunnossa. Vesikasvillisuuden perusteella järvi oli tyydyttävässä kunnossa, mihin katsottiin vaikuttavan eniten vedenkorkeuden vaihtelun aiheuttama eroosio. Järvessä oli paikoitellen runsaastikin liettymää pohjalla erityisesti itäpuolella. Pohjan hackettomuus aiheuttaa päästöjä pohjasedimentistä. Pohjasedimentin piilevien mukaan järvi on aina ollut reheväkö.

Petkeljärvellä on laaja, turvemaapitoinen ja ojitettu valuma-alue. Viimeaikaisia ojituksia suhteessa järven tilavuuteen on myös runsaasti. Lisäksi järvi on lyhytviipymäinen, mikä johtaa nopeaan ravinteiden tuloon järveen. Lähinnä metsätaloudesta johtuva ravinnekuorma järven tilavuuteen suhteutettuna on suuri. Valuma-alueen järvisyys on kuitenkin erityisesti kaukovaluma-alueella suhteellisen suuri, mikä pidättää valuma-alueilta tulevaa kuormitusta yläpuolisiin vesistöihin.

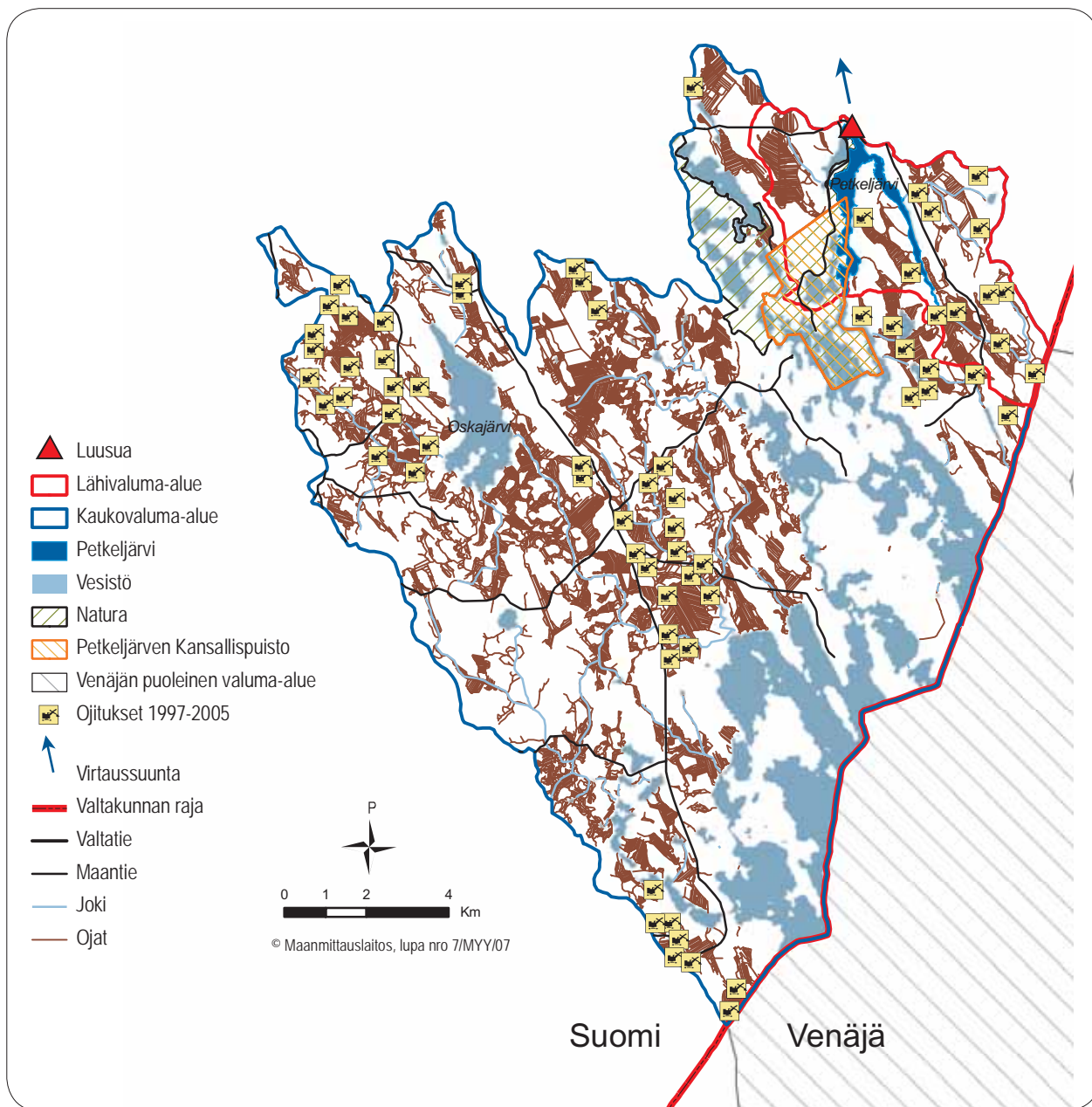
Petkeljärven ympärillä on laajoja ojitusalueita, kuva 48. Järven itäpuoleisilla soilla on tehty kunnostusojituksia 2000-luvun vaihteessa. Lähiympäristön soilta ei tule kovinkaan monta uomaa suoraan järveen. Kuitenkin muutamien järveen saapuvien ojien ja purojen edusta on erittäin voimakkaasti ruovikoitunut, myös kiintoainetta on paikoitellen kerääntynyt paljon.

Petkeljärveen laskee yhteensä 15 uomaa karttatutkimuksen perusteella. Määrällisesti eniten vettä tulee kaukovaluma-alueelta. Petkeljärven valuma-alueen laskujoet ja -purot, purot luetteluna myötöpäivään alkaen pohjoisimmasta.

- Rajavaaransuolta tuleva oja.
- Piistiinjoki, tulee lähivaluma-alueelta.
- Kaukovaluma-alueelta tuleva vedet saapuvat etelästä. Hirvenleuat on vedenjakajana.
- Pienestä Kuikkalammesta tuleva puro.
- Oinaslammesta tulevat vedet.

Petkeljärven kunnostustarve on lähinnä valuma-alueelta tulevan orgaanisen aineksen vähentäminen, jottei sen kertyminen pohjasedimenttiin aiheuta alusveden hapettomuutta ja sisäistä kuorimista. Petkeljärven kaukovaluma-alue on laaja, eikä sitä voitu kovin tarkasti tämän hankkeen puitteissa tarkastella. Kaukovaluma-alueen vesiensuo-

jelusta tulisi myös huolehtia, sillä Petkeljärvi on lyhytviipymäinen, jolloin vedet kulkeutuvat nopeastikin eteenpäin. Metsähallituksella on lisäksi omia suunnitelmia alueella, joihin kannattaa tutustua kunnostussuunnittelun yhteydessä (Partanen ym. 2000).



Kuva 48. Petkeljärven ojitusalueet ja vuosina 1997-2005 ilmoitetut kunnostusojitusalueet.

4 Tulokset

4.1

Järvien vedenlaatu

Hydrologiset olot. Tutkimusaikaa edeltänyt vuosi 2004 oli hyvin sateinen ja tavanomaista lämpimämpi (Holopainen ym. 2007). Vuoden 2005 alkaessa vesistöjen vedenpinnat olivat tavanomaista korkeammalla Pohjois-Karjalassa. Tutkimusvuoden 2005 kesä oli vähäsateinen ja järvien vedenpinnat laskivat kesän mittaan varsin alas. Kesä oli myös poikkeuksellisen lämmin, ja koko vuoden keskilämpötila oli Pohjois-Karjalassa noin 1,5 astetta tavanomaista korkeampi. Järviin oli tullut siten tavanomaista runsaammin huuhtoumaa maa-alueilta.

Vuosi 2006 oli vesitilanteen kannalta poikkeuksellisen vaihteleva Pohjois-Karjalassa. Vuoden keskilämpötila oli tavanomaista korkeampi ja sademäärä lähes koko maakunnassa tavanomainen. Kesällä satoi poikkeuksellisen vähän ja vuoden lopulla taas ennätyksellisen paljon. Pohjois-Karjalassa sadannan aluearvo oli keskimäärin 667 millimetriä. Vuoden sateisin kuukausi oli lokakuu, jolloin satoi kaksinkertaisesti normaaliin verrattuna. Helteisen kesän aikana järvien pinnat laskivat tavanomaista huomattavasti alemmaksi. Loppusyksyn sateet nostivat vedenpintoja selvästi vuoden loppua kohden. Vuoden lopussa vedenpinnat olivat korkealla ja lunta, jäätä sekä routaa oli keskimääräistä vähemmän. Koko vuoden 2006 keskilämpötila oli maan itäosassa noin asteen keskimääräistä korkeampi: Tohmajärvellä se oli 3,3 °C ja Ilomantsissa 3,0 °C (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2007).

Veden laadultaan tutkimusjärvet edustavat pieniä, melko humusväritteisiä tai hyvin humuspitoisia järviä (vedenlaadusta tarkemmin Holopainen ym. 2007). Avovesikaudella 2005 hankejärvien veden pH-arvo oli alhaisin, noin 5,4, Petkeljärvessä ja Palojärvessä, kun taas Pusonjärven, Keskijärven ja Kajojärven pH-arvo oli neutraali. Päälysveden väriluku vaihteli Keskijärven 49 mg Pt l⁻¹ arvosta Palojärven 210 mg Pt l⁻¹ värilukuun. Orgaanisen liukoisen hiilen pienin arvo todettiin Kajojärvässä, 9,9 mg l⁻¹ ja suurin Oskajärvessä, 16 mg l⁻¹, kun tutkimusjärvien mediaaniarvo oli 12 mg l⁻¹. Näkösyvyysarvot vaihtelivat tutkimusjärvissä Palojärven 1,0 m ja Kajojärven 3,3 m välillä. Veden tummuuteen ja näkösyvyyteen vaikuttaa osaltaan tutkimusjärvien suuri rautapitoisuus: päälysveden rautapitoisuudet vaihtelivat Pusonjärven 130

µg l⁻¹ arvosta Harkkojärven 1 500 µg l⁻¹ arvoon. Alusvedessä vaihtelu oli Pusonjärven arvosta 280 µg l⁻¹ Otmenjärven liki hapettoman alusveden arvoon 4 700 µg l⁻¹.

Tutkimusjärvistä useimmat kerrostuivat elokuun 2005 alussa lämpötilan suhteen. Hattujärvi, Palojärvi ja Oskajärvi eivät kerrostuneet. Aikaisempien vuosien talvimittausten perusteella Oskajärvessä on ollut havaittavissa happikatoa ja sen aiheuttamaa ravinnepitoisuuksien kohoamista pohjan läheisessä vesikerroksessa. Elokuun alkupuolen havaintojen mukaan seitsemän tutkimusjärven alusvedessä oli hapen vajuusta tai happikatoa. Happikato havaittiin Otmenjärvessä ja Naarvanjärvessä, hapen vajuus Tuopanjärvessä, Keskijärvessä, Harkkojärvessä ja Koppelojärvässä sekä Petkeljärvessä.

Kokonaisfosforin ja klorofylli *a*:n pitoisuuksien perusteella Pusonjärvi on hankejärvistä niukkara-vinteisin eli karuin järvi ja Koppelojärvi runsas-ravinteisin eli rehevin. Kokonaistypen pitoisuus päälysvedessä oli pienin Uramossa ja suurin Tuopanjärvessä.

Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa käytettyjen näkösyvyysarvojen sekä kokonaisfosfori- ja klorofyllipitoisuuksien (Suomen ympäristökeskus 2006) perusteella tämän tutkimuksen järvistä kuusi oli elokuun 2005 alun tai avovesiajan tulosten perusteella erinomaisessa tai hyvässä tilassa: Pusonjärvi, Uramo, Halijärvi, Kajojärvi, Rauanjärvi ja Oskajärvi. Tuopanjärvi, Kinnasjärvi, Harkkojärvi, Naarvanjärvi ja Petkeljärvi olivat vesistön käyttökelpoisuusluokituksen perusteella hyvässä tai tyydyttävässä tilassa. Palojärvi oli veden käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävä ja Otmenjärvi tyydyttävä tai välttävä. Koppelojärvi luokiteltiin välttäväksi.

4.2

Järvien tila-arviot biologisin perustein

Kasviplankton. Järvien ekologinen tila arvioituna vesipuitedirektiivin mukaisesti kasviplanktonin biomassan ja klorofyllipitoisuuden perusteella, on erinomainen tai hyvä Pusonjärvessä, Uramossa, Halijärvessä, Kajojärvässä, Rauanjärvessä, Kinnasjärvessä, Harkkojärvessä, Oskajärvessä, Palojärvessä ja Petkeljärvessä (Holopainen ym. 2007). Tyydyttävään tai välttävään ekologiseen tilaan luokiteltiin Naarvanjärvi, Koppelojärvi ja Otmenjärvi ja Tuopanjärvi. Tämä luokittelu antoi samansuuntaisen tuloksen varsinkin kuormittuneiden järvien Koppelojärven ja Otmenjärven osalta kuin vedenlaadun ja aiemmin käytetyn kasviplanktonin bio-

massan perusteella tehdyt luokitukset. Sen sijaan Naarvanjärvi, Harkkojärvi, Petkeljärvi, Kinnasjärvi ja Palojärvi arvioidaan vesipuitelidirektiivin luokituksen perusteella parempaan luokkaan kuin aiemmin käytössä olleissa luokituksissa. Luokittelu on kuitenkin tehty vain yhden vuoden kasviplanktonin biomassatulosten perusteella ja myös vertailujärvijoukko, joka vaikuttaa ratkaisevasti luokan määräytymiseen, on vasta kokeilussa.

Vesikasvillisuuteen perustuvien tulosten mukaan hankejärvien tila on pääsääntöisesti hyvä. Vertailussa kävi kuitenkin selkeästi ilmi, että pohjoiskarjalaisten järvien kasvillisuus on selvästi niukempaa ja lajisto köyhempää kuin käytetyissä vertailujärvissä. Kohdejärviltä linjakartoituksessa havaitusta kokonaislajimäärästä lasketut ekologiset laatusuhteet eivät tässä tapauksessa erotelleet ”kuormitettuja kohdejärviä” vertailujärvistä eli näillä kohteilla vesi- ja rantakasvillisuuden lajimäärä ei ollut lisääntynyt verrattuna vertailuolosuhteisiin. Järvien erilainen morfologia, pohjanlaatu, rannan kaltevuus ja suojaisuus vaikuttavat lisäksi tuloksiin. Hankejärvien ekologinen tila arvioitiin maastotarkastelun ja kasvillisuuden koostumuksen perusteella olleen pääsääntöisesti hyvä. Selkeimmät, joukosta erottuvat ja mahdollisesti hyvän ekologisen tilan alapuolelle jäävät kohteet olivat Petkeljärvi, Koppelojärvi, Oskajärvi ja Keski-Otmen.

Pohjaeläimet. ”Perinteisten” järven tilan pohjaeläinlajiston arviointimenetelmien mukaan Pusonjärven, Kajojärven ja Uramon tila näyttää olevan erinomaisessa kunnossa (Leppä 2007). Halijärvellä ja Rauanjärvellä pohjaeläimistö ilmentää lievää, mutta selkeää kuormitusvaikutusta. Tuopanjärvellä korkea kuormitus heijastuu syvänteen happikatonä sekä pohjaeläinten vähäisyytenä. Otmenjärvellä lajisto poikkeaa voimakkaasti lievästi kuormitettujen järvien pohjaeläimistöstä. Tummista järvistä, väri >90 mg Pt l⁻¹, Kinnasjärven, Koppelojärven ja Naarvanjärven pohjaeläimistössä kuormitus näkyy voimakkaana. Petkeljärven syvännelajisto ilmentää verrattain rehevää pohjan tilaa. Palojärven vedenlaadussa on aiempina vuosina ollut vakavia häiriöitä, mutta syvännepohjaeläinten ja vedenlaadun perusteella Palojärven tila näyttää kuitenkin kohentuneen. Harkkojärvi ja Oskajärvi näyttävät pohjaeläimistön perusteella olevan tummien järvien edustajista parhaassa tilassa, mutta niissäkin näkyi kuormituksen aiheuttamaan muutosta. Käytettäessä pohjoissavolaisia järviä vertailujärvinä, syvännepohjaeläimiin perustuvan luokittelun mukaan POKA-hankkeen järvet näyttävät olevan pääosin hyvässä tai erinomaisessa kunnossa. Vain neljän järven tila luokiteltiin hyvää ekologista tilaa heikommaksi.

Kalastoa käytettiin ekologisen tilan arvioinnissa usealla tavalla (Kekäläinen ym. 2007). Kekäläisen ym. (2007) tulosten lisäksi on otettu mukaan myös uusin kansallisen ohjeistuksen mukainen luokittelu, joka perustuu biomassaansa, yksilömäärään, särkikalajien biomassaosuuteen ja indikaattorilajeihin (Mikko Olin, sähköpostiviesti).

Kekäläisen raportissa käytetyn, Suomessa kehitetyn kalayhteisöindeksin kuuden muuttujan perusteella (Tammi et al. 2006) kaikki järvet kuuluvat luokkaan erinomainen. Käytettäessä indeksin neljä muuttujaa sisältävää muunnelmää, vain neljä järveä sai luokan erinomainen ja loput neljä järveä luokan hyvä. Molemmilla tavoilla luokiteltuna kaikki järvet olisivat vesipuitelidirektiivin edellyttämässä vähintään hyvässä ekologisessa tilassa.

Ruotsalainen FIX-indeksi (Appelberg et al. 2000) luokitteli neljän järven ekologisen tilan erinomaiseksi, mutta Harkkojärven ja Kinnasjärven tyydyttäväksi ja Tuopanjärven vain välttäväksi. Kyseiset kolme järveä eivät siten täyttäisi vesipuitelidirektiivin mukaista hyvän ekologisen tilan määritelmää. Uramo ja Koppelojärvi luokiteltiin erinomaisiksi kaikilla kolmella menetelmällä. Etukäteen luonnontilaisimmiksi arvioidut Petkel- ja Pusonjärvi luokiteltiin erinomaisiksi vain kahdella menetelmällä.

Vesipuitelidirektiivin kansallinen ohjeistus on muuttunut koko hankkeen olemassa olon ajan. Uusimman ohjeistuksen (Suomen ympäristökeskus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2007) mukaisessa luokittelussa kalaston kannalta erinomaisia ovat Petkeljärvi, Uramo ja Pusonjärvi, taulukko 10. Hyvässä tilassa ovat Kajojärvi, Kinnasjärvi, Koppelojärvi ja Tuopanjärvi. Harkkojärven kalasto on luokittelun mukaan tyydyttävässä kunnossa.

4.3

Valuma-alueiden ja järvien ominaispiirteet sekä niiden vaikutus vedenlaatuun

Hankejärvien lähivaluma-alueiden ja järvien pinta-alojen suhde oli keskimäärin 15 eli lähivaluma-alue oli keskimäärin 15 kertaa järven alaa suurempi, taulukko 11. Pienin valuma-alue suhteessa järven alaan oli Kajojärvellä ja suurin Palojärvellä. Järvien rantaviivan ja vesialan suhde oli suurin Petkeljärvellä ja pienin Koppelojärvellä, Keskiärvellä sekä Kajojärvellä. Valuma-alueen turve-
maaosuus suhteessa järven tilavuuteen oli suurin Palojärvellä ja Naarvanjärvellä. Laskennallisista lähivaluma-alueen maa-alan ravinnekuormituksista suurinta fosforikuormitus järven tilavuutta koh-

Taulukko 10. Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (2007) ohjeistuksen mukainen kalastoon pohjautuva luokittelu kahdeksan koekalastetun järven osalta. Kokonaisluokituksessa on järven luokittelu yli koko aineiston ilman petomaisten ahvenkalojen biomassaosuutta (tiedot Mikko Olin, RKTL).

Järvi	Biomassa	Yksilömäärä	Särkikalojen biomassaosuus	Petomaisten ahvenkalojen biomassaosuus	Indikaattorilajit	Kokonaisluokitus
Harkkojärvi	Välttävä	Huono	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Tyydyttävä
Kajoonjärvi	Hyvä	Hyvä	Erinomainen		Erinomainen	Hyvä
Kinnasjärvi	Hyvä	Välttävä	Erinomainen		Erinomainen	Hyvä
Koppelojärvi	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Erinomainen		Hyvä	Hyvä
Pusonjärvi	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen
Tuopanjärvi	Erinomainen	Välttävä	Erinomainen	Huono	Erinomainen	Hyvä
Uramo	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen
Petkeljärvi	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen

den oli Palojärvellä, Otmenjärvellä sekä Naarvanjärvellä ja pienintä Kajoonjärvellä. Typpikuorma oli suurin samoilla järvillä ja pienin Kajoonjärvellä. Ravinnekuormista lasketun typpi-fosforisuhteen mukaan typpikuorma on pieni verrattuna fosforikuormaan Kinnasjärvellä ja Keskijärvellä. Typpi-fosfori-suhdetta kasvattaa turvemailta ja metsistä tuleva kuormitus.

Järvien syvännealueiden osuus vesimassasta oli Rauanjärvessä pienimpiä; vesitilavuudesta noin 1 % kattoi kokonaissyvyyden puolivälistä (9,5 m) alaspäin. Muita järviä, joilla pohjanläheiset vesikerrokset muodostivat vain pienen osan koko vesitilavuudesta olivat Oskajärvi, Kajoonjärvi ja Kinnasjärvi.

4.3.1

Valuma-alueiden ominaispiirteet ja veden orgaanisen hiilen pitoisuus

Humuksen määrää vedessä seurattiin osittain veden orgaanisen hiilen pitoisuudella (TOC) sekä kemiallisella hapen tarpeella (COD_{Mn}). Hankejärvien vesistä analysoiduissa orgaanisen hiilen kokonaispitoisuuden (TOC) ja liunneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksissa ei juuri ollut eroja, joten raportin tässä osassa keskitytään orgaanisen kokonaihiilen määrään. Järvien veden hiilipitoisuus korreloi positiivisesti valuma-alueiden maa-alan

Taulukko 11. Järvien lähivaluma-alueen pinta-alan ja rantaviivan pituuden suhde järven vesialaan sekä turvemaan, ojitusintensiteetin ja ravinnekuormien suhde järvien tilavuutta kohden. Lisäksi laskennallisen ravinnekuorman typpi-fosfori –suhde (N/P).

Järvi	Lähivaluma-alueen pinta-ala	Rantaviiva	Turvemaa	Ojitusintensiteetti	Fosforikuorma	Typpi-kuorma	Ravinne-suhde
	Vesialaa kohden		Tilavuutta kohden				N/P
Pusonjärvi	13	6	0,04	0,7	0,02	0,6	29
Tuopanjärvi	9	6	0,06	0,7	0,03	0,8	24
Uramo	12	6	0,05	0,3	0,02	0,6	28
Halijärvi	10	6	0,05	0,6	0,03	0,8	28
Keskijärvi	4	4	0,01	0,7	0,03	0,5	19
Rauanjärvi	13	9	0,16	0,7	0,05	1,3	29
Kajoonjärvi	3	4	0,005	0,1	0,01	0,1	23
Kinnasjärvi	6	10	0,02	0,8	0,04	0,7	19
Harkkojärvi	5	6	0,04	0,5	0,02	0,6	33
Koppelojärvi	21	4	0,18	0,6	0,05	1,5	32
Otmenjärvi	25	8	0,20	1,5	0,15	4,0	27
Hattujärvi	10	6	0,16	0,9	0,03	0,9	30
Palojärvi	36	5	0,93	5,6	0,16	4,9	31
Oskajärvi	10	5	0,14	1,0	0,05	1,3	26
Naarvanjärvi	33	12	0,61	3,8	0,11	3,9	35
Petkeljärvi	13	13	0,13	1,4	0,05	1,3	29

Taulukko 12. Järvien ominaispiirteiden, maankäytön sekä tilavuuteen suhteutettujen (:V) em. tunnuslukujen korrelaatiot veden kokonaishiilen (TOC) ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) kanssa (maankäyttö $p<0,001$, keskiviipymä ja tilavuus $p<0,01$, valuma-alueen järvisyys $p<0,05$). Vesinäytteet otettu syksyllä 2004 sekä loppukesinä 2005 ja 2006.

Ominaispiirre	TOC 04	TOC 05	TOC 06	COD_{Mn} 04	COD_{Mn} 05	COD_{Mn} 06
Maa-ala %	0,50	0,50	0,55	0,43	0,58	0,41
Turvemaa %	0,67	0,66	0,54	0,57	0,72	0,47
Turvemaa: V	0,56	0,30	0,67	0,37	0,53	0,73
Ojitusintensiteetti	0,58	0,56	0,52	0,44	0,64	0,46
Ojitusintensiteetti: V	0,47	0,23	0,63	0,27	0,46	0,71
Kunnostusojametrin	0,39	0,62	0,38	0,41	0,62	0,20
Kunnostusojametrin: V	0,27	0,42	0,63	0,29	0,64	0,63
Harvapuustoiset	0,44	0,50	0,46	0,43	0,51	0,34
Harvapuustoiset: V	0,49	0,25	0,66	0,35	0,47	0,69
Järvisyys %	-0,49	-0,49	-0,55	-0,42	-0,57	-0,41
Keskisyvyys	-0,48	-0,40	-0,57	-0,51	-0,50	-0,63
Tilavuus	-0,30	-0,22	-0,38	-0,31	-0,26	-0,47
Keskiviipymä	-0,49	-0,52	-0,60	-0,52	-0,59	-0,45

ja turvemaaosuuden kanssa, taulukko 12. Kun turvemaaosuus suhteutettiin järven tilavuuteen, niin korrelaatiot kasvoivat entisestään.

Ojitusten vaikutus veden orgaanisen hiilen pitoisuuteen oli myös positiivinen; ojitusintensiteetti korreloi positiivisesti jokaisen vuoden veden hiilipitoisuuden kanssa, taulukko 12. Kunnostusojitusten vaikutus näkyi voimakkaimmin sateisen vuoden 2004 jälkeisen kuivan kesän 2005 hiilipitoisuuksissa. Lisäksi kunnostusojitusten määrä näkyi veden kemiallisen hapenkulutuksen kanssa eli happea vaativa hajotustoiminta lisääntyi kunnostusojitusten lisääntyessä. Jos ojitusmääriä suhteutettiin järven pinta-alaan tai tilavuuteen, niin ojitusten vaikutus korreloi voimakkaimmin kuivan ja lämpimän kesän 2006 heinä-elokuun veden orgaanisen hiilipitoisuuden ja kemiallisen hapenkulutuksen kanssa. Vuoden 2004 syksyn kokonaishiiliarvojen tai hapenkulutuksen arvojen kanssa sen sijaan ei ollut yhtä suurta korrelaatiota. Veden kokonaishiilipitoisuuteen vaikutti negatiivisesti keskisyvyys, viipymä sekä koko valuma-alueen järvisyys.

4.3.2

Valuma-alueiden ominaispiirteet sekä veden ravinne- ja α -klorofyllipitoisuus

Hankejärvien veden kokonaisfosforipitoisuuksiin vaikutti tulosten mukaan positiivisesti valuma-alueen maa-alan ja turvemaan osuus, taulukko 13. Maankäytöstä harvapuustoisten alueiden osuus ja ojitusten määrä nostivat alapuolisen vesistön fosforipitoisuutta. Negatiivisesti veden fosforipitoisuu-

teen vaikuttivat viipymä, valuma-alueen järvisyys, keskisyvyys sekä heikosti tilavuus.

Typen kanssa ei ollut yhtä selviä yhteyksiä maankäyttömuotojen kanssa, taulukko 13. Valuma-alueen turvemaan osuus korreloi veden kokonaistypen syysarvojen 2004 kanssa, mutta loppukesän arvojen kanssa ei korrelaatiota ollut. Koko valuma-alueen järvisyys ja järven viipymä, syvyys ja tilavuus korreloivat negatiivisesti veden typpipitoisuuden kanssa, mikä sekin näkyi selvimmin syksyn arvojen kanssa.

Veden α -klorofyllipitoisuuden yhteys valuma-alueeseen ja maankäyttöön ei ollut kovin selvä, taulukko 13. Korrelaatiot olivat samansuuntaisia kuin ravinteilla, mutta jäivät usein alle 0,50. Vahvimpia positiivisia yhteyksiä oli maa-alan ja metsämaan kanssa vuonna 2005. Jos maankäyttöä suhteutettiin järven pinta-alaan tai tilavuuteen, niin korrelaatiot kasvoivat vuotta 2005 lukuun ottamatta. Negatiivisesti korreloivat viipymä ja keskisyvyys, kuten oli ravinteiden ja orgaanisen hiilipitoisuuden sekä kemiallisen hapenkulutuksen kanssa. Korrelaatiot olivat taas selvimpiä lämpimän ja kuivahkon vuoden 2006 tulosten kanssa.

Veden kokonaishiilipitoisuus korreloi voimakkaasti fosforipitoisuuden ($r=0,71-0,83$, $p<0,001$) ja typpipitoisuuden ($r=0,71-0,90$, $p<0,001$) kanssa. Kun valuma-alueen maaperäosuudet ja maankäyttö suhteutettiin järven pinta-aloihin ja tilavuuteen, niin korrelaatiot pienenivät hieman, mutta kuivahkon ja lämpimän kesän 2006 korrelaatiot olivat suurempia kuin vuoden 2005 korrelaatiot (t-testi $p<0,001$).

Taulukko 13. Järvien ominaispiirteiden ja maankäytön sekä em. tilavuuteen suhteutettujen tunnuslukujen korrelaatiot veden ravinne- ja a-klorofyllipitoisuuksien kanssa (maankäyttö $p < 0,001$, keskiviipymä ja tilavuus $p < 0,01$, järvisyys $p < 0,05$). Vesinäytteet otettu syksyllä 2004 sekä loppukesällä 2005 ja 2006. P=kokonaisfosfori, N=kokonaistyyppi ja K-a = α -klorofyllipitoisuus.

Ominaispiirre	P 04	P 05	P 06	N 04	N 05	N 06	K-a 04	K-a 05	K-a 06
Maa-ala %	0,46	0,45	0,50	0,47	0,35	0,18	0,25	0,35	0,45
Turvemaa %	0,50	0,48	0,67	0,45	0,07	-0,04	0,24	0,00	0,17
Turvemaa: V	0,61	0,52	0,65	0,46	0,17	0,23	0,72	0,13	0,51
Ojitusintensiteetti	0,58	0,51	0,67	0,40	0,23	0,11	0,49	0,03	0,10
Ojitusintensiteetti: V	0,53	0,44	0,59	0,41	0,09	0,28	0,72	0,07	0,50
Kunnostusojametrit	0,50	0,54	0,56	0,22	0,35	-0,10	0,22	0,25	-0,09
Kunnostusojametrit: V	0,59	0,54	0,59	0,23	0,19	0,10	0,82	0,06	0,10
Harvapuustoiset	0,67	0,64	0,57	0,35	0,49	0,03	0,23	0,56	0,33
Harvapuustoiset: V	0,57	0,53	0,62	0,49	0,26	0,34	0,57	0,34	0,74
Järvisyys %	-0,47	-0,45	-0,50	-0,46	-0,34	-0,17	-0,26	-0,36	-0,46
Keskisyvyys	-0,43	-0,48	-0,52	-0,52	0,07	0,09	-0,28	-0,27	-0,48
Tilavuus	-0,22	-0,23	-0,27	-0,34	0,09	0,08	-0,20	-0,15	-0,40
Keskiviipymä	-0,49	-0,54	-0,62	-0,47	-0,05	-0,06	-0,16	-0,37	-0,45

Maankäyttömuodot korreloivat heikosti veden pH-arvojen kanssa, ja suhde oli yleensä negatiivinen, toisin kuin orgaanisella hiilellä, ravinteilla ja klorofyllillä, taulukko 14. Valuma-alueen maa-alaan suhde järven tilavuuteen, turvemaan määrään, ojitukset ym. madalsivat kohdejärvien pH-arvoa, mutta korrelaatiot olivat heikompia kuin ravinteiden kanssa. Veden pH-arvoa nosti viipymä, tilavuus ja syvyys.

Taulukko 14. Järvien ominaispiirteiden ja maankäytön sekä em. järven tilavuuteen suhteutettujen tunnuslukujen korrelaatiot ($p < 0,001$) veden happamuuden, pH, kanssa. Vesinäytteet otettu syksyllä 2004 sekä loppukesällä 2005 ja 2006.

Ominaispiirre	pH 04	pH 05	pH 06
Maa-ala %	-0,34	-0,52	-0,22
Turvemaa %	-0,48	-0,74	-0,76
Turvemaa: V	-0,52	-0,76	-0,35
Ojitusintensiteetti	-0,42	-0,71	-0,79
Ojitusintensiteetti: V	-0,54	-0,71	-0,28
Kunnostusojametrit	-0,33	-0,47	-0,74
Kunnostusojametrit: V	-0,48	-0,76	-0,43
Harvapuustoiset	-0,36	-0,44	-0,27
Harvapuustoiset: V	-0,47	-0,64	-0,18
Järvisyys %	0,34	0,52	0,21
Keskisyvyys	0,50	0,56	0,33
Tilavuus	0,37	0,33	0,06
Keskiviipymä	0,60	0,56	0,32

4.4

Järvien ekologisen tilan kokonaisarvio

Taulukkoon 15 on koottuna eri ekologisten tekijöiden arviot järviakohtaisesti ja valuma-alueen tunnuslukuja taulukkoon 16. Kaikkien biologisten indikaattoreiden mukaan olivat erinomaisessa tai hyvässä kunnossa Pusonjärvi, Uramo ja Kajojärvi. Rauanjärvi ja Halijärvi olivat myös erinomaisessa-hyvässä kunnossa, mutta niissä oli havaittavissa vähäistä ravinnetason nousua. Tuopanjärvessä arviot jakaantuivat: kasviplanktonin, sedimentin piilevien ja pohjaeläimien mukaan järvi oli selvästi rehevöitynyt, mutta vesikasvillisuuden mukaan karuhko ja kalaston mukaan hyvässä kunnossa. Kinnasjärvi, Harkkojärvi, Naarvanjärvi ja Petkeljärvi näyttäisivät olevan rehevähköjä järviä, joissa ravinteikkailta valuma-alueilta tulee orgaanista kuormitusta, mistä johtuu hetkittäistä tai alueellista haittaa kuten alusveden hapettomuutta.

Taulukko 15 (Viereisellä sivulla). Järviakohtaisesti ekologisen tilan arvio eri tekijöillä ja niiden yksittäisillä mittareilla, sekä muut huomiot järven tilassa. Vesien k.k. luokittelu = vesien käyttökelpoisuusluokittelu, Fe = rauta, P = fosfori, N = typpi, COD_{Mn} = kemiallinen hapen kulutus, () = arvion rajoina käytetty muiden tyyppien rajoja.

Järvi	Järvi- tyyppi	Vedenlaatu	Alusveden tila	Vesien k.k. luokittelu	Piileväanalyysi	Kasviplankton			Vesikasvit	Pohjaeläimet		Kalat
						Biomassa	α -kloro- fylli	Sinileviä (SL) tai limalevää (LL)		Leppä 2007	Vesipuute- direktiivi	
Pusonjärvi	Ph	Oligotrofinen	Hapettomuutta, Fe koholla	Erinomainen	Ei muutosta	Erin- omainen	Erin- omainen	Ei	Hyvä, karu	Erinomainen	(Erin- omainen)	Erin- omainen
Tuopan- järvi	Ph	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe koholla	Hyvä- tydyttävä	Ravinnetaso nousut	Erin- omainen	Tydyt- tävä	SL myös rihma- maisia	Hyvä, karu- ko	Välttävä	Ei indikaat- torilajeja	Hyvä
Uramo	Ph	Oligotrofinen	Hapettomuutta, Fe koholla	Hyvä	Ei muutosta	Erin- omainen	Hyvä	SL karujen vesien	Erinomainen- hyvä, karu	Erinomainen	(Erin- omainen)	Erin- omainen
Hali järvi	Ph	Mesotrofinen	Hapettomuutta, Fe ja N koholla		Hieman noussut ravinnetaso	Erin- omainen	Hyvä	SL myös rihma- maisia		Erinomainen- hyvä	(Hyvä)	
Keskijärvi	Ph	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe koholla		Ravinnetaso nousut							
Rauanjärvi	Ph	Oligo- Mesotrofinen	Hapettomuutta, P ja N koholla	Hyvä	Hieman noussut ravinnetaso	Erin- omainen	Hyvä	SL karujen vesien		Erinomainen- hyvä, lievä kuormitus	(Tydyttävä)	
Kajoon- järvi	Kh	Oligotrofinen	Ei juurikaan hapettomuutta	Erinomainen- hyvä	Hieman noussut ravinnetaso	Erin- omainen	Erin- omainen	SL	Erinomainen- hyvä, karu	Erinomainen	Hyvä	Hyvä
Kinnasjärvi	Rh	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe, COD _{Mn} koholla	Hyvä- tydyttävä	Rehevähkö koko patsaan pituudelta	Erin- omainen	Erin- omainen	LL, SL	Hyvä, rehe- vähkö	Rehevä	Ei indikaat- torilajeja	Hyvä
Harkko- järvi	Rh	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe koholla	Hyvä	Ravinnetaso nousut	Erin- omainen	Erin- omainen	SL määrä kor- kein, mm. <i>Anabaena</i>	Erinomainen- hyvä, luontai- sesti rehevä	Tydyttävä	Ei indikaat- torilajeja	Tydyt- tävä
Koppelo- järvi	Rh	Eutrofinen	Hapettomuutta, pohjanläheiset arvot koholla	Tydyttävä- välttävä	Huomattava rehevoityminen	Tydyt- tävä	Välttävä	LL runsaasti, <i>Anabaena</i> , SL	Välttävä- huono, rehevoitynyt	Rehevä	Tydyttävä	Hyvä
Otmen- järvi	Mh	Eutrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe koholla	Tydyttävä- välttävä	Rehevoitynyt	Hyvä	Tydyt- tävä	LL, SL biomas- sana vähän	Hyvä-tydyt- tävä, rehevä	Tydyttävä	(Tydyttävä)	
Hattujärvi	MRh	Mesotrofinen	Ei kerrostunut	Hyvä	Ravinnetaso nousut							
Palojärvi	MRh	Mesotrofinen	Ei kerrostunut	Tydyttävä	Rehevoitynyt, mutta palau- tunut	Erino- mainen	Erin- omainen	LL		Hyvä		
Oskajärvi	MRh	Mesotrofinen	Ei kerrostunut	Hyvä	Ravinteikkaiden vesistöjen lajeja	Erino- mainen	Erin- omainen	LL	Hyvä-tydyt- tävä, rehevä	Erinomainen	(Tydyttävä)	
Naarvan- järvi	Lv	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe koholla	Hyvä- tydyttävä	Hienoista ravin- netason nousua	Erin- omainen	Tydyt- tävä	LL		Hyvä, rehevä	(Tydyttävä)	
Petkeljärvi	Lv	Mesotrofinen	Hapettomuutta, P, N, Fe vähän koholla	Hyvä	Rehevähkö koko patsaan pituudelta	Erin- omainen	Hyvä	LL, SL karuja	Tydyttävä- välttävä, rehevä	Hyvä		Erin- omainen

Taulukko 16. Valuma-alueen tunnuslukuja. K=kaukovaluma-alueen arvo.

Järvi	Turvemaa- osuus %	Turvemaa: V	Järvisyys %	Viipymä vrk	Valuma- alueen pa: järven pa	Kunnostus- oja: V	N:P-kuorma
Pusonjärvi	22	0,04	10	1116	14	0,60	29
Tuopanjärvi	31 K 22	0,06	11 K 6	211	10	4,71	24 K 29
Uramo	22	0,05	12	413	14	0,11	28
Halijärvi	27	0,05	11	313	11	0,04	28
Keskijärvi	14 K 7	0,01	22 K 16	764	5	0,94	19 K 21
Rauanjärvi	38	0,16	9	190	14	4,01	30
Kajoonjärvi	18 K 30	0,004	25 K 11	449	4	0,34	23 K 28
Kinnasjärvi	16 K 30	0,02	17 K 7	21	7	0,33	19 K 32
Harkkojärvi	30 K 51	0,04	18 K 3	474	6	0,06	33 K 35
Koppelojärvi	39	0,18	6	165	22	5,56	32
Otmenjärvi	16	0,2	9	77	27	2,24	27
Hattujärvi	51	0,16	11	191	11	8,57	30
Palojärvi	43	0,93	4	13	38	23,43	31
Oskajärvi	37	0,14	9	333	11	8,01	26
Naarvanjärvi	46 K 48	0,61	5 K 3	5	35	2,58	35 K 38
Petkeljärvi	29 K 39	0,13	10 K 18	5	15	13,39	29 K 27

Koppelojärvi ei kalastoa lukuun ottamatta muiden tutkimusten mukaan saavuta hyvää ekologista tilaa. Otmen-Keski-Otmen on aikaisemmin ollut niukkaravinteinen, mutta nyt selvästi rehevöitynyt. Palojärven tila on hyvän ja tyydyttävän rajamailla. Sedimentin piilevien mukaan järvessä olisi tapahtunut palautumista 1950-luvulta alkaneen

rehevöitymisen jälkeen. Oskajärven näytteenotot epäonnistuivat osittain, joten tulokset siltä osin ovat suuntaa-antavia. Oskajärvessä on aikaisemmin ollut hapettomuutta, nyt järvi arvioidaan reheväksi.



Harkkojärven rantamaisemaa.

Kansalaiskysely

Hankkeen aikana toteutetussa järvikohtaisessa kyselyssä lähetettiin tutkimusjärvien läheisyydessä asuville asukkaille ja maanomistajille yhteensä 730 kyselyä. Vastauksia kyselyihin saatiin yhteensä 288 kappaletta. Vastausprosentiksi koko kyselyn osalta saatiin 39 %. Vastaajista miehiä oli 62,3 % ja naisia 25,4 %. Suureen osaan kysymyksistä hyväksyttiin useampi kuin yksi vaihtoehto.

Vastaajien ikäjakauman keskiarvo oli noin 60 vuotta.

Ikä, vuosia	%
-20	0,4
20-30	2
30-40	9
40-50	17
50-60	34
60-70	22
70-80	11
80-90	1

Järven käyttö. Vastaajista puolet liikkuu säännöllisesti ja kolmannes satunnaisesti järvellä. Valtaosa käyttää järveä kalastukseen (73 %), uintiin (66 %) sekä vapaa-ajan viettämiseen (63 %). Yli puolet kaikista vastaajista ilmoitti nauttivansa myös maisemasta. Lähes puolet vastaajista kuuluu järven osakaskuntaan vesialueen omistajana. Kolmannes haluaisi osallistua järjestäytyneeseen toimintaan järven hyväksi, mikäli sellainen olisi mahdollista.

Yli puolet vastaajista (63 %) ilmoitti järvestä olevan hyötyä laajemmin alueen asukkaille. Lähes puolet vastaajista (47 %) ilmoitti järvestä olevan hyötyä lähinnä yksittäisille asukkaille. Suurin osa vastaajista koki järvestä olevan taloudellista merkitystä (73 %). Järvien tärkeimmiksi ominaisuuksiksi virkistyskäytön kannalta ilmoitettiin vedenlaatu (86 %), kalasto (67 %) ja maisema (36 %).

Järven tila ja siinä tapahtuneet muutokset. Järven tilalla on paljon merkitystä vastaajille (68 %). Puolet vastaajista ilmoitti järven tilan olevan välttävä (51 %) ja kolmannes ilmoitti tilan olevan hyvä (32 %). Useimmissa järvissä tila oli pysynyt vastaajien mielestä ennallaan (47 %). Kolmannes arvioi kuitenkin järvensä tilan huonontuneen (34 %). Muutosajankohtaa ei osattu tarkoin määrittää. Muutoksia arvioitiin tapahtuneen kuitenkin eniten

joko viimeisen 5-10 tai 10-20 vuoden aikana (23 % ja 25 %).

Pahimmat ongelmat olivat verkkojen limoittuminen (45 %), liettyminen (33 %) ja muutokset vedenpinnan korkeudessa (28 %). Vain 8 % vastaajista ilmoitti, ettei järvessä ole ongelmia. Suurimmiksi muutosten aiheuttajaksi ilmoitettiin metsätalous (49 %) ja maatalous (14 %).

Järven kunnostus ja paikallisten innokkuus kunnostukseen. Suurin osa vastaajista ilmoitti järvensä tarvitsevan kunnostustoimenpiteitä (43 %). Vastaajista 21 % oli sitä mieltä, että järvi tarvitsee ehdottomasti kunnostustoimenpiteitä. Lähes neljännes vastaajista ei osannut sanoa, tarvitseeko järvi kunnostustoimenpiteitä (23 %). Sopiviksi menetelmiksi mainittiin kalojen istutus (41 %), ulkoisen kuormituksen vähentäminen (39 %) sekä hoitokalastus (28 %) ja vesikasvien poisto (27 %).

Kyselyn mukaan vastuu järven käytännön kunnostamisesta kuuluisi ensisijaisesti valtiolle (52 %) ja ranta- ja vesialueen omistajille (32 %). Vastuu kuuluisi vastaajien mielestä myös kunnalle tai kaupungille (29 %). Vastuun kustannuksista katsottiin kuuluvan valtiolle (64 %), kunnalle tai kaupungille. Osan mielestä myös maa- ja vesialueiden omistajien tulisi vastata kustannuksista (25 %). Vain 9 % vastaajista ilmoitti olevansa valmiita osallistumaan kunnostuskustannuksiin. Suurin osa vastaajista olisi joko mahdollisesti (42 %) valmiita osallistumaan kustannuksiin tai ei missään tapauksessa valmiita osallistumaan kunnostuskustannuksiin (42 %). Suurimmaksi esteeksi järven tilan kohentamisen kannalta mainittiin varojen puute (35 %) ja/tai vaikutusmahdollisuuksien puuttuminen paikallisilta asukkailta (28 %).

Järveä koskevan tiedon saaminen. Vastaajat ovat saaneet eniten järveä koskevaa tietoa tuttavilta (35 %) ja sanomalehdistä (32 %). Valtaosa vastaajista ei ole ottanut yhteyttä viranomaisiin saadakseen tietoa järvestä (84 %). Vain 11 % oli ottanut yhteyttä johonkin tahoon. Vastaajat haluaisivat saada tietoa kunnostusmenetelmistä (44 %) vesistöjen ongelmien aiheuttajista (41 %) ja aikaisemmista hankkeista (28 %).

Lisätietoa haluttaisiin enimmäkseen saada tiedotteiden ja kirjeiden (51 %) sekä sanomalehtien (45 %) muodossa. Vain 17 prosenttia vastaajista halusi saada tietoa internetistä ja sähköpostilla. Pienryhmätilaisuudet olivat myös kohtalaisen suosittu tiedonvälittämiskeino (24 %). Luotettavimmaksi tiedonlähteeksi mainittiin tutkijat (68 %) ja paikalliset asukkaat (42 %). Viranomaisia piti 33 % luotettavimpana tiedonlähteenä.

5 Tulosten tarkastelu

Luonnontilaisten tai vähäisen ihmisvaikutuksen alaisten pienten metsäjärvien orgaanisen hiilen määrä on noussut 1990-luvun alusta lähtien (Vuorenmaa ym. 2006). Järvien orgaanisen hiilen määrään vaikuttaa valuma-alueen koko ja valunta sekä valuma-alueen turvemaaosuus (mm. Kortelainen 1993, Rantakari ym. 2004). Viipymän vaikutus on yleensä negatiivinen johtuen lähinnä siitä, että humus ehtii hajota ja sedimentoitua hitaasti virtaavissa vesissä (Curtis ja Shindler 1997, Schindler ym. 1992). Negatiivisesti vaikuttaa myös yläpuolisen valuma-alueen järvisyys; orgaaniset ja humusaineet sekä niihin kiinnittyneet ravinteet pidätyvät usein latvavesiin.

Suuri osa metsäisiltä ja lähes luonnontilaisilta valuma-alueilta kulkeutuvasta ravinnekuormasta on orgaanisessa muodossa sitoutuneena humusaineksiin (Kortelainen ja Saukkonen 1998). Turvevaltaisilla valuma-alueilla turvemaaosuus korreloi yleensä positiivisesti veden kokonaisfosforipitoisuuden kanssa (Rantakari ym. 2004). Fosforin lisäksi merkittävä osa veden kokonaistypestä on humukseen sitoutuneena. Turvemaita pidetäänkin orgaanisen typen lähteenä Suomessa (Kortelainen ym. 1997). Varsinkin Pohjois-Suomessa veden typpipitoisuuteen vaikuttaa valuma-alueen turvemaapitoisuus kun taas Etelä-Suomessa orgaanisen typen pitoisuuteen vaikuttaa ensisijaisesti maatalous (Rantakari ym. 2004). Humustyyppi ei kuitenkaan ole suoraan käytettävissä kasviplanktonille, koska humus hajoaa hitaasti.

Orgaaninen ainekuorma vilkastuttaa bakteerien hajotustoimintaa, mikä lisää hapen kulutusta ja tarvetta erityisesti pohjan läheisissä kerroksissa. Tällöin saattaa pohjanläheisiin vesikerrokseen tulla happivajaus, josta johtuen sedimentoituneita ravinteita vapautuu vesistöön. Hapettomuus on humusjärville ominainen piirre, ja sitä lisää turvemailta tulevan orgaanisen aineksen hajotus. Hapettomuus myös lisää järven sisällä tapahtuvaa sisäistä kuormitusta eli ravinteiden vapautumista pohjasta.

Hankejärvissä valuma-alueen turvemaapitoisuus vaikutti selvästi vedenlaatuun. Tummavetisiä olivat järvet, joiden valuma-alueesta suuri osa oli turvemaata. Vaaleaa vesi oli järvissä, joiden viipymä tai valuma-alueen järvisyys oli suuri. Lisäksi maankäyttö vaikutti veden laatuun ja korostui kun sitä verrattiin järven pinta-alaan tai tilavuuteen. Eri maankäyttömuotojen suhteella hankejärven pinta-alaan tai tilavuuteen oli monessa tapauksessa positiivinen korrelaatio veden ravinne- ja *a*-klorofyllipitoisuuden kanssa. Suuret metsä- ja

turvemaa-alueet, hakkuut sekä suuret ojitusalueet suhteessa järven tilavuuteen nostivat alapuolisen järven ravinne- ja *a*-klorofyllipitoisuutta.

Valuma-alueen suuri turvemaaosuus näytti jopa heikentävän järven ekologista tilaa. Osaltaan se johtuu siitä, että turvemaa-alueet ovat ojitetumpia kuin kivennäismaa-alueet. Lisäksi turvemaa pidättää ravinteita heikosti, mikä edesauttaa ravinteiden vapautumista turpeesta (Nieminen ja Jarva 1996). Ravinteet ovat usein myös sitoutuneena orgaaniseen ainekseen, jolloin ne eivät heti ole levien käytettävissä. Sitoutuneet ravinteet kuitenkin sedimentoituvat järven pohjaan, jossa valuma-vesien mukana lisääntyneen orgaanisen aineksen vaatiman hapenkulutuksen lisääntymisestä seuraa alusveden hapettomuus, jolloin vapautuu ravinteita aiheuttaen rehevöitymistä.

Hankejärvien valuma-alueiden maatalousmaan osuudella ei ollut juurikaan vaikutusta vedenlaatuun, mikä johtui todennäköisesti siitä, että maatalousmaan osuus oli yleisesti niin pieni, että niillä tehtyjen toimenpiteidenkin osuus koko kuormituksesta jäi alhaiseksi. Paikallisia eroja kuitenkin oli, mm. Kinnasjärvellä ja Tuopanjärvellä korostui maatalouden osuus ja se näkyi myös veden ravinteisuutena. Metsämaiden ja niillä tehtyjen toimenpiteiden osuus taas näyttää olleen niin suuri, että se vaikutti myös vedenlaatuun.

Metsätalouden kuormitus eroaa maatalouden kuormituksesta siinä, että ravinteet ovat orgaaniseen ainekseen sitoutuneena, jolloin ne eivät ole kasveille heti käyttökelpoisessa muodossa. Pitkään jatkuvissa vaikutuksissa, kuten metsätalouden toimenpiteet usein ovat, ongelmat alkavat alapuoli-



sessä vesistössä kuitenkin näkyä ja metsätalouden kuormittamien vesien kunnostaminen pitkään jatkuneen kuormituksen johdosta on hidasta. Metsätalouden ja maatalouden lisäksi valuma-alueilla oli jonkin verran haja-asutusta tai kalanviljelyä, mikä lisäsi liukoista ravinnekuormitusta vesistöihin ja aiheutti varsinkin paikallisia vaikutuksia.

Ympäröivät vesistöt ja niiden osuus yläpuolisesta valuma-alueesta vaikuttaa myös ravinteiden ja humusaineiden siirtymiseen vesistössä (Mattsson ym. 2005). Valuma-alueen järvisyys vaikuttaa negatiivisesti veden hiilipitoisuuteen (Kortelainen 1993, Rantakari ym. 2004). Orgaaninen aines ja sen mukana siihen sitoutuneet ravinteet pidättyvät usein latvavesiin ja yläpuolisiin vesistöihin (War-tiovaara 1978, Pitkänen 1986). Lepistön ym. (2006) mukaan typen pidättyminen vaihtelee 0-61 % riippuen mm. järvisyydestä ja maaperän laadusta. Hankejärvien valuma-alueiden järvisyyden ja veden kokonaishiili- ja ravinnepitoisuuksien välillä oli negatiivinen yhteys. Kajaanjärvellä, Kinasjärvellä, Harkkojärvellä ja Petkeljärvellä järvisyydet olivat yli 10 % lähivaluma-alueesta, jolloin näillä valuma-alueilla suuri osa kuormituksesta jää mahdollisesti yläpuolisiin vesistöihin. Orgaanisen aineksen pidättyminen merkitse käytännössä sitä, että maankäytön kuormitukset vaikuttavat ensisijaisesti heti alapuolisiin vesistöihin, jolloin edellä mainittuihin järviin tulee vain hetkittäin suuremmat määrät ravinteita. Latvajärvet toimivat näin eräänlaisina suodattimina vesien virratessa vesistöissä eteenpäin.

Eri tekijät ja niiden yhteisvaikutus vaikuttivat siihen, miten järvi reagoi kuormitukseen ja kuinka suurta kuormitusta vesistö pystyy vastaanottamaan. Suuren vesitilavuuden järvet näyttivät kestävänsä kuormitusta paremmin kuin matalat ja pienehköt järvet (Kajaanjärvi vs. Otmen-Keski-Otmen). Hankkeen järivistä ne, joilla oli suuri turvemaapitoinen valuma-alue, olivat usein myös matalia. Osassa järviä syvänealueet olivat hyvin pieniä ja suppeita (Rauanjärvi ja Oskajärvi), jolloin syvänteen happipitoisuus laskee helposti kriittisen tason alapuolelle aiheuttaen ongelmia järven tilassa, vaikka kuormitus ei muuten olisikaan huomattava. Lyhyen viipymän järvissä veden mukana kulkeutuu nopeasti ravinteita vesistöön, mutta toisaalta niitä saattaa poistua nopeammin (lyhytviipymäisiä Naarvanjärvi, Petkeljärvi, pitkäviipymäinen Pusonjärvi, Uramo). Hyväkuntoisimpien järvien laskennallinen viipymä oli pitkäkö.

Maankäyttömuotojen aiheuttama vesistökuormitus ja sen vaikutuksen pituus vaihtelee. Vesistöjen suojelussa on tärkeää tietää alapuolisen vesistön herkkyys kuormitukselle. Sen takia tulisi alapuoli-

sen vesistön ja sen valuma-alueen ominaispiirteet selvittää, että voidaan arvioida valuma-alueella tehtävien toimenpiteiden aiheuttaman kuorman ekologista vastetta sekä suunnitella ja toteuttaa riittävä vesiensuojelu maankäytön yhteydessä. Eri säädökset ja asetukset ohjaavat vesiensuojelua hajakuormitusta aiheuttavien maankäsittelytoimenpiteiden yhteydessä. Niitä tulee noudattaa, jotta alapuolisen vesistön pilaantuminen estetään.

Hankejärviin laskevien järvien ja uomien veden ravinnepitoisuutta ei tässä raportissa nyt käsitellä, mutta myös niiden tietojen avulla saadaan arvokasta tietoa yläpuolisista kuormittajista sekä niiden osuudesta alapuoliseen vesistöön kohdistuvasta kuormituksesta. Metsätalouden toimenpiteistä on hankkeessa tutkimusteknisistä syistä johtuen huomioitu vain ojitukset. Kuitenkin on muistettava, että valuma-alueilla on tehty myös muita metsätaloudellisia toimenpiteitä, joiden kuormitus on samantyyppistä kuin ojituksista aiheutuva. Tarkkojen lannoitus- ja hakkuutietojen puuttuessa voidaan vain arvailla niiden osuutta tutkimustuloksissa. Tuleekin huomata, että vesistöjen tilan muuttuminen ei metsätalouden osalta johdu pelkästään ojituksista, vaan myös muilla metsätalouden toimenpiteillä on vaikutusta alapuolisten vesistöjen vedenlaatuun ja ekologiseen tilaan. Niiden osuuden selvittäminen vaatisi tarkempaa tietoa toimenpiteiden ajoittumisesta ja sijoittumisesta valuma-alueella.

5.1

Ekologisten mittareiden toimivuus järvien tilan määrittämisessä

Hankkeessa selvitettiin järvien ekologista tilaa vedenlaadun, kasviplanktonin, vesikasvillisuuden, pohjaeläinten sekä kalaston avulla. Järvien limnologista historiaa selvitettiin pohjasedimentin piilevien perusteella. Eri eliölajien reagointi kuormitukseen vaihteli ja niiden ilmentämä ekologinen tila samassakin järvessä poikkesi toisistaan. Lisäksi biologisista aineistoista laskettujen indeksien välillä oli eroja siinä, kuinka tarkasti ne erottelivat järvet toisistaan. Luokittelun kehittämiseen on vielä tarvetta, jotta se huomioisi tyyppikohtaisesti vedenlaadussa tapahtuneet muutokset.

Kasviplankton- ja vedenlaatuaineistojen mukaan järvien välillä oli eroja, jotka johtuivat järvien erilaisesta veden laadusta ja morfometriasta sekä kuormituksesta (Holopainen ym. 2007). Tutkittujen metsäjärvien vedenlaatu sekä kasviplanktonyhtei-

sö ja klorofyllipitoisuudet osoittivat valuma-alueelta järveen kohdistuvaa maa- ja metsätalouden kuormitusta. Kasviplanktoniin perustuvat eri luokittelutavat erottelivat järviä hieman eri tavoin. Ekologisen tilan arvio vesipuitedirektiiviin perustuvan kasviplanktonin biomassan ja klorofyllipitoisuuden perusteella oli samansuuntainen kuormittuneiden järvien osalta (Koppelojärvi ja Otmenjärvi) kuin vedenlaadun ja aiemmin käytetyn kasviplanktonin biomassan perusteella tehdyt luokitukset. Sen sijaan vähemmän kuormittuneet järvet (Naarvanjärvi, Harkkojärvi, Petkeljärvi, Kinnasjärvi ja Palojärvi) arvioitiin ekologisen luokituksen perusteella parempaan luokkaan kuin vedenlaatu- tai biomassaluokitukseen perustuen. Tuloksista tulee huomioida, että luokittelu tehtiin ainoastaan yhden vuoden kasviplanktonin biomassatulosten perusteella. Lisäksi luokan määrittymiseen vaikuttaa ratkaisevasti vertailujärvijoukko, joka on vasta kokeilussa. Täten tulokset ovat suuntaa-antavia.

Vesikasvillisuuden lajikoostumuksesta ja runsaussuhteista laskettujen ekologisten laatusuhteiden perusteella ei ollut mahdollista luokitella luotettavasti 10 pohjoiskarjalaisen kohdejärven ekologista tilaa suhteessa käytettyihin etelä- ja pohjoissavolaisiin vertailujärviin, joten tulokset ovat lähinnä suuntaa-antavia (Hynynen ym. 2007). Pohjoiskarjalaiset järvet erosivat vesikasvilajistoltaan ja kasvillisuuden runsaudeltaan vertailujärvinä käytetyistä pohjois- ja eteläsavolaisista sekä kainuulaisista järvistä. Pohjoiskarjalaiset järvet olivat yleisesti karumpia vertailujärviin verrattuna. Ekologisen tilan määrittäminen vesikasvillisuuden lajikoostumuksen ja runsauden avulla vaatisi vertailujärvien sijoittumista maantieteellisesti lähelle kohdejärviä. Vertailujärvien tulisi myös olla valuma-alueiden maankäytöltään ja morfologialtaan samantyyppisiä kohdejärvien kanssa. Orgaanisen aineksen olomuodon muutos mentäessä latvajärvistä alempana sijaitseviin järviin tulisi huomioida nykyistä paremmin järvien tyypittelyssä, koska sillä on vaikutusta järvien biodiversiteettiin. Kansallista ohjeistusta vesikasvien avulla tehtävästä järvien luokittelusta ei ilmestynyt hankkeen aikana.

Pohjaeläinten perusteella tehdyssä luokittelussa näyttävät hankkeen järvet olevan pääosin hyvässä tai erinomaisessa kunnossa (Leppä 2007). Vain neljän järven tila luokiteltiin hyvää ekologista tilaa heikommaksi. Ekologiseen laatusuhteeseen perustuva järvien tilan luokittelu antoi kohdejärvien tilasta positiivisemmän kuvan kuin mitä

yksittäisten biologisten muuttujien tarkastelun perusteella voisi olettaa, vaikka ihmistoiminnan vaikutus kohdejärvien kuormitustasoon on selvästi havaittavissa ja kuormituksen heijastumisesta pohjaeläimistöön löytyi merkkejä. Yksi selittävä tekijä on mahdollisesti se, että Pohjois-Karjalan humusjärvien luonnontila poikkeaa vertailussa käytetyistä pohjoissavolaisista järvistä, jolloin lasketut odotusarvot ovat jossain määrin harhaisia. Vertailujärvien mahdollinen luontainen happikato todennäköisesti heijastuu menetelminä käytetyn BQI:n ohella muihinkin biologisiin mittareihin, jolloin kohdejärven ekologinen tila helposti luokitellaan väärin.

Kohdejärvien ekologinen tila luokiteltiin tässä hankkeessa syvännepohjaeläinten perusteella. Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivi ei kuitenkaan määrittele sitä, onko järvien ekologisen tilan luokittelussa käytettävä syvänteiden vai rantavyöhykkeen pohjaeläimiä. Syvännepohjaeläinten tiedetään ilmentävän happipitoisuudessa ja ravinnekuormituksessa tapahtuvia muutoksia varsin hyvin (mm. Wiederholm 1980). Rantavyöhykkeen pohjaeläimet puolestaan reagoivat ravinnekuormituksen lisäksi mm. happamuuden vaihteluun (Johnson 1998) ja vedenkorkeuden säännöstelyyn (mm. Palomäki 1994, Hämäläinen & Aroviita 2003). Tolosen ym. (2003) tutkimuksessa rantavyöhykkeen pohjaeläimet erottelivat kuormittuneet järvet syvännelajistoa selkeämmin. Rantavyöhykkeen pohjaeläimiin perustuva luokittelu olisi todennäköisesti johtanut tässäkin aineistossa jonkin verran poikkeavaan tulkintaan järvien ekologisesta tilasta.

Osa järvistä luokiteltiin lisäksi vesipuitedirektiivin kansallisen ohjeistuksen mukaisesti, jossa tulos perustuu vain yhteen, pohjanlaatuindeksin avulla laskettuun arvoon. Menetelmä on tällä hetkellä vielä keskeneräinen, joten tulokset ovat suuntaa-antavia. Lisäksi pohjan hapettomuus haittasi osaa järvistä, koska laskentaan tarvittut indikaattorilajit puuttuivat.

Koekalastusten perusteella tehty järvien luokittelu vaihteli jonkin verran sen perusteella, mitä indeksejä käytettiin (Kekäläinen ym. 2007). Suomalainen kalayhteisöindeksi luokitteli kaikki järvet luokkaan erinomainen kun luokittelu tehtiin kuuden muuttujan perusteella. Käytettäessä indeksin neljä muuttujaa sisältävää muunnelmää, vain neljä järveä sai luokan erinomainen ja neljä järveä luokan hyvä. Ruotsalainen FIX-indeksi luokitteli neljän järven ekologisen tilan erinomaiseksi, mutta Hark-

ko- ja Kinnasjärven tyydyttäväksi ja Tuopanjärven vain välttäväksi. Suomalainen kalayhteisöindeksi todennäköisesti yliarvioi järvien ekologista tilaa, mihin vaikuttaa se, että indeksin määrittämiseen käytetyt järvet eivät välttämättä todellisuudessa kuvaa luonnontilaisia olosuhteita. Kala-aineistojen mukaan lasketut muuttujat/mittarit eivät välttämättä sovellu kaikille järviyypeille. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella luotettavin ekologisen tilan indikaattori oli kalojen kokonaisuusilömäärä. Tulosten perusteella voisi erityisesti pienille ja matalille humusjärville soveltuva uusi muuttuja olla kaikkien saaliskalojen yhteenlaskettu keskipaino. Hankkeen kalaosioraportin valmistumisen jälkeen tulneiden vesipuitelidirektiivin ohjeiden mukaisen kalaluokittelun perusteella vain yksi eli Harkkojärvi luokiteltiin tilaltaan hyvää heikommaksi.

Järvien paleolimnologiset tutkimukset antavat oman tuensa järvien ekologisen tilan arvioinnille. Pohjasedimentin piilevien avulla voidaan tarkastella järven ravinne-, happamuus- tai väritason vaihteluita ajassa taaksepäin. Hehkuskevennyksen avulla voidaan selvittää maankäyttöä. Tässä hankkeessa rekonstruointiin veden väri ja kokonaisfosfori. Lisäksi lajistomuutosten perusteella arvioitiin happamuuden ja humuspitoisuuden muutosta.

Sedimenttipatsaat analysoitiin kuuden senttimetrin välein, mikä oli piilevätulosten kannalta tarpeeksi tiheä. Sedimenttitutkimus on aikaa vievää ja siten kallista, joten 6 cm siivuilla saatiin kustannustehokkaasti selvitettyä järven kehitys. Sedimentin hehkuskevyys ja nokipallosanalyysi olisi tarvinnut tiheämmän siivutuksen ja analysoinnin, jotta olisi saatu tarkempi tulos. Näitä tietoja olisi myös voitu käyttää piilevänäytteiden analyysitasoja määrittäessä, jolloin piilevät olisi ensisijaisesti analysoitu niiltä syvyyksiltä, joilta hehkuskevennyksen antoi aiheutta olettaa, että maankäytössä on tapahtunut muutoksia. Nyt sedimentin hehkuskevyystulokset ovat suuntaa-antavia ja muutokset saattavat jäädä näkymättä. Piilevälajiston muutokset ovat pitkäkestoisia ja näyttävät sen, mihin suuntaan vesistön tila on menossa, kun taas muutos hehkuskevennyksessä on seuraus, joskus lyhytaikainenkin, valuma-alueen maankäytöstä.

5.2

Järvien ekologinen tila ja kunnostustarvearviointi

Hankejärvien ekologisten tilaselvitysten perusteella voidaan järvissä todeta olevan vaihtelua. Vasteesa valuma-alueiden kuormitukseen on järvi-kohtaisia eroja. Lisäksi eri eliöryhmien ilmentämä järven ekologinen tila vaihtelee, esimerkiksi Koppelajärvellä, jossa kalasto on hyvässä kunnossa, on muuten selviä merkkejä rehevöitymisestä.

Vesien suojelelullisesti suurin ongelma ja uhka hankejärvien tilalle on orgaaninen aineskuormitus ja sen mukanaan tuomat ravinteet. Kun ainekset sedimentoituvat pohjaan ja järveen tulee hapen vajeusta, niin ravinteet vapautuvat ja rehevöittävät vesistöä. Tämä voi aiheuttaa äkillisenkin ongelman jopa muuten melko niukkaravinteisissa järvissä. Pitkällä aikavälillä valuma-alueilta tullut lieju aiheuttaa lisäksi rantojen ja pohjan liettymistä haitaten mm. kalojen kutua.

Erinomaisessa hyvässä kunnossa hankejärvistä olivat lähinnä pienet humusjärvet (Ph), Pusonjärvi, Uramo, Halijärvi ja Rauanjärvi sekä keskikokoinen humusjärvi (Kh) Kajojärvi. Rauanjärvessä ja Halijärvessä oli havaittavissa vähäistä ravinnetason nousua. Kaikilla edellä mainituilla järvillä ei suoranaista kunnostustarvetta ole, vaan vesien suojelelun tulisi olla ennaltaehkäisevää. Mikä tahansa pienempi kuormitus saattaa aiheuttaa paikallisesti äkillisen ongelman kuten sinilevien massaesiintymän pintavedessä. Rauanjärven morfologia saattaa aiheuttaa ongelmia pienen alusvesitilavuuden takia. Pienet syvänealueet saattavat lisätä happikadon riskiä ja siitä johtuvaa sisäistä kuormitusta. Lisäksi järvi on hyvin sokkeloinen, jolloin veden vaihtuvuus järven eri osissa vaihtelee. Järven eri alueiden vaste valuma-alueen kuormitukselle vaihtelee ja paikoitellen vesistö saattaa olla hyvinkin herkkä reagoimaan ylimääräiseen ravinnekuormaan. Toisaalta herkkyyys nopeuttaa järven tilan huononemisen esille tuloa jo pienehköistäkin ylimääräisistä ravinnekuormista ja siten nopeuttaa vesien suojelelun alueella.

Tyydyttävän ja hyvän rajamailla olivat pienistä humusjärvistä Tuopanjärvi ja Keskijärvi. Tuopanjärvellä valuma-alue suhteessa järven pinta-alaan on suuri ja metsätaloustoimenpiteet ovat olleet viimeaikoina suuret verrattuna muihin pieniin humusjärviin. Lisäksi kuormitus on osittain peräisin maataloudesta, mikä lisää liukoisten, kasveille saatavien ravinteiden määrää vesistössä.

Keskijärvi on esimerkki vähäisestä metsätaloudesta ja alhaisesta valuma-alueen turvemaasuudesta. Keskijärven kuormitus koostuu pitkälti liukoisista ravinteista, jotka ovat peräisin kalanviljelylaitokselta. Ekologisen arvion mukaan järvi on selvästi rehevöitynyt, mutta tällä hetkellä ravinnetason nousu on tasaantunut. Keskijärven lähi- ja kaukovaluma-alueilla on järvisyys melko suuri ja lisäksi veden viipymä on melko pitkä, mitkä molemmat mahdollisesti edesauttavat järven sietokykyä kuormitusta vastaan. Kuitenkin järven pohjaan sedimentoituva orgaaninen kuorma tämän tyyppisessä vesistössä aiheuttaa alusveden hapettomuutta ja siitä johtuvaa sisäistä kuormitusta pitkällä aikavälillä.

Mataliin humusjärviin kuuluva Otmen-Keski-Otmen koostuu matalista altaista, joiden ranta-alueet ovat soistuneita. Niiden ekologia muistuttaa paljon runsashumuksisten järvien tilaa, mm. monimuuttuja-analyyseissä ne sijoittuivat eliöstönsä perusteella lähelle runsashumuksisia järviä. Altaat ovat rehevöityneitä ja tila yleisesti tyydyttävä. Valuma-alueen kuormituspaine ei muihin hankejärviin verrattuna ole kovin suuri, mutta järven tilavuuteen suhteutettuna se on suuri. Muista hankkeen matalista järvistä poiketen Otmenessä oli kesällä 2005 lämpötilakerrostuneisuutta, pohjan hapettomuutta ja ravinteiden vapautumista pohjasta.

Hankejärvistä runsashumuksiset (Rh), matalat runsashumuksiset (MRh) ja lyhytviipymäiset (Lv) ovat yleisesti reheviä ja eroavat mataluutensa ja kuormittuneisuutensa perusteella hankkeen pienistä humusjärvistä. Osaltaan kuormittuneisuus johtuu valuma-alueen suuresta turvemaasuudesta, varsinkin järven tilavuuteen suhteutettuna. Turvemaita on ojitettu runsaasti, mikä on lisännyt järven humuksisuutta ja ravinteisuutta. Järvien veden väri on lisäksi saattanut nousta, jolloin järvi tyypittelyssä kuuluu nykyään runsashumuksiin. Järven todellinen tyyppi voidaan tarkistaa paleolimnologisin keinoin.

Runsashumuksisista järvistä Kinnasjärvi ja Harkkojärvi ovat hyvässä-tyydyttävässä tilassa ja näyttäisivät sedimentin piilevien mukaan olleen aina rehevähköjä järviä. Niillä on suuret yläpuoliset valuma-alueet, joilta tulee ravinteikkaita orgaanista ainesta sisältäviä valumavesiä.

Runsashumuksinen Koppelojärvi on kalastoa lukuun ottamatta tyydyttävässä kunnossa. Kalaston mukaan se on hyvässä kunnossa. Järven ra-

vinnetaso on noussut huomattavasti ja se näkyy jo vesikasvilajiston yksipuolistumisessakin. Koppelojärven kuormitus on metsätalospainotteista; viimeaikoina on valuma-alueella ollut kunnostusojitusta runsaasti verrattuna muihin hankejärviin. Lisäksi järven alusveden hapettomuus aiheuttaa selvää sisäistä kuormitusta. Koppelojärven ja varsinkin sen valuma-alueen kunnostaminen olisi aiheellista, jotta ylimääräinen ravinnekuorma saataisiin loppumaan ja järven kunto pidettyä entisellään ja vähitellen parannettua.

Runsashumuksisia matalia järviä (MRh) ovat Hattujärvi, Palojärvi ja Oskajärvi. Näistä Palojärven tila näyttäisi parantuneen viimeaikoina. Oskajärvi on rehevä, mutta yleisesti hyvässä kunnossa. Hattujärven ravinnetaso on noussut. Järvistä mikään ei kerrostunut kesällä 2005, mistä osittain johtuen niiden pohjanläheisen kerroksen happitilanne pysyi hyvänä kesän ajan. Oskajärven pohjan happitilanne on aikaisemmin, 1990-luvulla, ollut välillä heikko. Oskajärven syvimpien vesikerrosten osuus koko vesimassasta on pieni, jolloin sillä on pienialaisia syvänteitä. Tällaisessa järvessä näkyy herkästi lisääntyneen kuormituksen aiheuttama happikato. Palojärven syvänealueet taas ovat selvästi suuret, jolloin hajotustoiminta pääsee tapahtumaan laajalla alueella, eikä hapenpuutetta niin helposti ilmene. Osaltaan hyvänä pysynyt pohjan happitilanne on edesauttanut näiden järvien kohtuullisena pysyntä tilaa. Järvet kuitenkin ovat herkkiä maankäytöstä johtuvalle ylimääräiselle kuormitukselle.

Petkeljärvi ja Naarvanjärvi ovat lyhytviipymäisiä järviä (Lv). Hankejärvien ominaispiirteiden ja vedenlaadun vertailun sekä kirjallisuuden (mm. Rantakari ym. 2004, Mattsson ym. 2005) perusteella lyhytviipymäisyys nostaa järven hiili- ja ravinnepiitoisuutta. Molempien järvien valuma-alueelta tuleva kuormituspaine on suuri, mutta lyhyt viipymä mahdollisesti edesauttaa järvien tilan pysymistä kohtuullisena. Petkeljärven virtaama näyttäisi olevan kohtuullisen hyvä koko järven alueella ja lisäksi valuma-alueiden järvisyys on kohtuullisen suuri, jolloin suuri osa kuormituksesta pidättyy yläpuolisiin vesistöihin. Naarvanjärven valuma-alueiden turvemaasuus on suuri ja järvisyys pieni sekä järvi sokkeloinen, jolloin veden laadussa saatetaan esiintyä varsinkin paikallisia ongelmia. Näissä järvissä, varsinkin Naarvanjärvessä, ongelmaksi muodostuvat alusveden hapettomuuden aiheuttamat ravinnepäästöt ja niistä johtuva rehevöityminen.

Kansalaisten arvio hankejärvistä

Tässä hankkeessa järvien ekologisen tilan ja kunnostustarpeen arviointiin käytettiin neljää erillistä biologista indikaattoria, vedenlaatutietoja, paikallisten kansalaisten sekä kalaosakaskuntien tietoja ja muistikuvia järvistä sekä pohjasedimentin pilleviä järven historian selvittämiseen. Kaikkien järvien ekologisen tilan selvitys kaikilla biologisilla tekijöillä ei ollut mahdollista, jolloin paikallisten asukkaiden omakohtainen järviseuranta on tärkeä lisä muulle tutkimukselle. Hankkeen aikana tehdyillä haastatteluilla saatiin paljon hyödyllistä tietoa järvistä ja niissä ilmenevistä ongelmista. Lisäksi saatiin tietoa siitä, miten paikalliset suhtautuvat kotijärviinsä. Kalastopuolelle arvokasta lisätietoa antoivat kalaosakaskunnille lähetetyt kyselyt. Sen sijaan särkikaloissa ympäristöstressin aiheuttamaan papillomatoosin esiintymiseen liittyvään kyselyyn ei tullut vastauksia (Taskinen 2007). Se saattoi johtua siitä, että aihe on vieras ja tuntematon kansalaisille. Vesistöjen seurannassa on kuitenkin tärkeitä selvittää paikallisten asukkaiden ja järvien lähikäyttäjien kokemukset vesistön tilan muutoksista ja ajoittumisesta, sillä heillä on omakohtaista tietoa paikallisten vesistöjen tilasta ja niiden muuttumisesta. Vesistöjen kunnostaminen lähtee usein paikallisten, vesistöjä käyttävien kansalaisten tarpeesta ja aloitteesta.

Hankkeen kyselyn mukaan mukana olleita järviä käyttävät pääsääntöisesti paikalliset ja kesäasukkaat. Järviä pidetään hyödyllisinä sekä yksittäisille että laajemmin järvien lähialueiden asukkaille. Vesistöjen hyöty- ja virkistyskäyttö ulottuu kalastuksesta ja uimisesta maisemasta nauttimiseen.

Virkistyskäytön kannalta tärkeitä tekijöitä ovat vedenlaatu, kalasto ja maisema. Yleisesti järvien tila on vastaajien mielestä tyydyttävä-välttävä ja tila on hieman huonontunut. Noin puolet kaikista vastaajista arvioi metsätalouden vaikuttaneen eniten järven tilaan. Avoimissa vastauksissa muutamilla järvilla hyvin useat vastaajat ilmoittivat varsinkin ojitusten vaikuttaneen järven veden laatuun.

Vastaajien mielestä järvet ja niiden valuma-alueet tarvitsisivat jonkinlaisia kunnostustoimenpiteitä. Lisätietoa tulisi jakaa vesistöjen ongelmien aiheuttajista ja kunnostusmenetelmistä sekä yleis-tietoa hankkeista. Kyselyn tulosten perusteella parhaimmiksi tiedonvälitysketoiksi soveltuisivat sanomalehdet sekä tiedotteet ja kirjeet. Vastausten

perusteella olisi tarvetta myös ohjatulle vesistöjen kunnostukselle, minkä tulisi sisältää kunnostusmenetelmien, rahoitusmahdollisuuksien ja työnjohdon esittelyä.

Järvien kunnostus

Hankejärvistä on tehtyjen selvitysten avulla etsitty järvien ongelma-alueet ja mietitty tärkeimpiä järven tilaan vaikuttavia tekijöitä kunnostussuunnittelun pohjaksi. Järvien kunnostussuunnitelmat koskevat lähinnä järvien valuma-aluetta, ei järviolasta eikä järven ravintoketjuja. Valuma-alueen kunnostamistoimenpiteillä pyritään epäsuorasti vaikuttamaan järven tilaan vähentämällä ulkoista kuormitusta ja pienentämällä etenkin turvemailta tulevan veden kiintoaine- ja orgaanisen aineksen pitoisuutta.

Järven tilan parantaminen tarkoittaa pitkäjänteistä työtä ja useiden kunnostustapojen yhdistelmää. Ravinnekuormituksen väheneminen ja vesistön tilan parantuminen eivät näy järvioltaassa nopeasti, sillä rehevöittävällä toiminnalla on ollut aikaa useita vuosikymmeniä, mitä myös kunnostus vaatii. Pelkkä ulkoisen kuormituksen vähentäminen ei myöskään aina auta, sillä järveen aikojen kuluessa kerääntyneet ravinteet voivat sopivissa olosuhteissa alkaa vapautua ja jatkaa järven rehevyyden nousua.

Vesistöjen kunnostaminen voidaan jakaa valuma-aluekunnostuksiin ja järvessä tehtäviin kunnostuksiin. Kunnostaminen tulisi aloittaa valuma-alueesta, jotta saataisiin katkaistua valuma-alueelta vesistöön kulkeutuva, maankäytöstä johtuva ylimääräinen ravinnekuorma. Järven kunnostusta suunniteltaessa tulee selvittää järven oikea tyyppi, jotta voidaan määritellä, mitkä toimenpiteet ovat soveltuvia ja kannattavia kullekin järvelle. Vesistöjen kunnostustoimilla ei voida eikä ole tarkoitus muuttaa järven tyyppiä eli saada esimerkiksi tummavetisistä järvestä kirkasvetistä. Erityyppiset järvet (koko, valuma-alue, maankäyttö, sisäinen kuormitus, veden vaihtuvuus) tarvitsevat erityyppisiä kunnostustoimenpiteitä. Pienissä järvisä voidaan yleensä päästä tuloksiin nopeammin ja pienemmin kustannuksin kuin isoissa järvisä (Eloranta 2004). Lisäksi kunnostuksen kiireellisyys ja olemassa olevat resurssit on hyvä tiedostaa kunnostusta suunniteltaessa.



Pusonjärven rantakivikkoa.

Vesiensuojelu ja järvien kunnostushankkeet tulee tehdä yhteisymmärryksessä monien eri tahojen kanssa yhteinen päämäärä, vesistön tilan parantaminen tai pilaantumisen ehkäiseminen, mielessä. Hankkeen toimimisen varmistamiseksi on hyvä ottaa yhteyttä jo hankkeen suunnitteluvaiheessa jokaiseen asianomaiseen. Paikalliselta ympäristökeskukselta ja metsäkeskukselta saa käytännönneuvoja kunnostushankkeisiin liittyvissä asioissa. Vesistökunnostuksista on ympäristöhallinnon internet-sivuilla ohjeita ja lisäksi aiheesta on julkaistu opaskirjallisuutta (mm. Vesistöjen kunnostus ja hoito, Ulvi ja Lakso 2005). Internet-sivuilta löytyy käytännön ohjeistusta kunnostuksen aloittamisesta, rahoitusmahdollisuuksista, viranomaisyhteyksistä ym.

Vesistöjä suojellaan parhaiten estämällä ennalta valuma-alueiden maankäytöstä johtuva ylimääräinen ravinnekuorma ja liettävä aines. Tämän takia tulisi valuma-alueella tehtävät maankäyttöön liittyvät toimenpiteet suunnitella huolella. Metsätalouden vesiensuojelussa ovat tärkeitä toimenpiteiden yhteensovittaminen ja ajoittaminen. Valuma-alueen kunnostusojitusten ajankohdat tulee suunnitella siten, että ojitus aiheuttaa mahdollisimman vähän kuormitusta alapuoliseen ve-

sistöön. Toimenpiteiden yhteensovittamisella jopa valuma-alueen laajuisesti päästään tehokkaampiin vesiensuojelullisiin tuloksiin ja mahdollisesti myös kustannussäästöihin. Alapuolinen vesistö käyttää pääsääntöisesti lähimmältä valuma-alueeltaan tulevat ravinteet ja sen ominaispiirteet ja herkkyys vaikuttavat tarvittavien vesiensuojelutoimenpiteiden laajuuteen, määrään ja intensiivisyyteen. Virtauksen määrä, rantaviivan pituus sekä järven tilavuus vaikuttavat siihen, miten ja missä ravinnelisyys vaikuttaa eniten.

Ojitusten ja hakkuiden lisäksi tulee metsien lannoitusajankohta valita huolella. Tavallisimmat lannoituskohteet ovat parikymmentä vuotta sitten ojitettuja soita, joissa on tehty tai tehdään harvennushakkuu ja kunnostusojitus. Lannoituksen tulisi ajoittua siten selvästi kunnostusojituksen jälkeen, jottei lannoitteet kulkeutuisi kunnostusojituksen seurauksena alapuolisiin vesistöihin.

Metsätaloustoimien lisäksi tulee huomioida maatalouden ja haja-asutuksen vesiensuojelu ja noudattaa niille annettuja säännöksiä ja suoja-alueita. Vesiensuojelutoimenpiteistä niin metsä- ja maatalouden kuin haja-asutuksenkin osalta löytyy lisätietoja ympäristöhallinnon, metsäkeskusten ym. internetsivuilta sekä kirjallisuudesta.

6 Yhteenveto

Pohjois-Karjala on metsien ja järvien maakunta. Metsäjärvet ovat merkittävä virkistyskohde paikallisille asukkaille: mökki rauhaisan järven rannalla, kalastaminen ja uinti. Lisäksi järvistä hyödytään myös taloudellisesti. Monet metsäjärvistä ovat hajakuormituksen rasittamia, eikä niiden ekologista tilaa tunneta kovin hyvin. Paikalliset, järvien valuma-alueiden asukkaat, ovat huomanneet muutoksia vesistöjen tilassa, kuten verkkojen limoittumista, rantojen umpeenkasvua, orgaanisen aineksen, lietteen, kerääntymistä rannoille ja järvien pohjaan.

Hajakuormitettujen tummavetisten järvien ekologisen tilan selvittämiseksi, sekä järvien kunnostustarpeen arvioimiseksi käynnistettiin syksyllä 2004 Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen –hanke yhteistyössä Joensuun yliopiston Ekologian tutkimusinstituutin sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kanssa. Hanketta rahoitti Euroopan aluekehitysrahaston Itä-Suomen Tavoite 1-ohjelma. Hankkeessa selvitettiin 16 järven ekologista tilaa ja muutoksia sekä määritettiin järvien valuma-alueiden maankäyttö ja kuormitus. Lisäksi selvitettiin järvien ja niiden valuma-alueiden ominaispiirteitä ja suhteutettiin kuormitusta niihin. Valuma-alueilla asuvien kansalaisten mielipidettä kotijärvestä kysyttiin kyselylomakkeella ja hankkeesta pidettiin muutama tiedotustilaisuus.

Hankkeeseen valituille järville oli ominaista veden tumma väri sekä metsäinen ja turvemaapitoinen valuma-alue. Ympäristöministeriön (2006) ja Suomen ympäristökeskuksen (2007) tyypittelyohjeen mukaan hankejärvet kuuluivat pieniin humusjärviin, keskikokoisiin humusjärviin, runsashumuksisiin järviin, mataliin humusjärviin, mataliin runsashumuksisiin järviin sekä lyhytviipymäisiin järviin. Selvitysten tulosten mukaan hankejärvistä suuri osa oli kohtuullisen hyvässä kunnossa. Osa latvajärvistä oli lähellä luonnontilaa, kun taas osa oli selvästi rehevöitynyt. Muutamassa järvessä ravinnetasot olivat laskeneet. Reittivesistä osa oli aina ollut reheväkhöjä.

Hankejärvien pääasiallinen kuormitus oli orgaanista ainesta, mihin ravinteet ovat sitoutuneena ja joka usein sedimentoituu pohjaan, missä se käyttää paljon happea hajotessaan. Tämän johdosta saattaa alusveden happitilanne heiketä, jolloin pohjaan vajonneesta orgaanisesta aineksesta vapautuu liukoisia, leville käyttökelpoisia ravinteita rehevöittäen vesistöä. Osa järviin päätyvästä kuormasta, kuten

usein maatalouden, haja-asutuksen tai kalanviljelylaitoksen päästöt, on jo valmiiksi liukoissa, rehevöittävässä muodossa. Tämä näkyi niiden hankejärvien ekologisessa tilassa, joissa oli runsaasti edellä mainittuja kuormituslähteitä.

Järvien ja niiden valuma-alueiden ominaispiirteet vaikuttivat kuormituksen vaikuttavuuteen alapuolisessa vesistössä. Toiset järvet ovat herkempiä kuormitukselle kuin toiset. Esimerkiksi järven pienialaiset syvänteet tai järven sokkeloisuus pienentävät järven kykyä käsitellä ylimääristä kuormaa valuma-alueilta. Valuma-alueen järvisyys pidättää osan valuma-alueelta peräisin olevasta kuormituksesta.

Tulosten mukaan hankejärvien kunnostustarve vaihteli. Järvien tilan parantaminen tulisi aloittaa valuma-alueilta, joilta tulevan kuormituksen määrää tulisi vähentää. Hankejärvien tilan parantamisen tai hyvänä säilyttämisen edellytyksenä on koko valuma-alueen huomioiminen suunniteltaessa ja toteutettaessa toimenpiteitä. Jo oirehtivien järvien kunnostustoimenpiteet järville sekä niiden valuma-alueilla tulisi aloittaa välittömästi. Hyväkuntoisten järvien valuma-alueilla toimittaessa tulee ottaa huomioon vesiensuojelu, jotta ennaltaehkäistään ongelmat alapuolisissa vesistöissä.



Keskijärven rehevää rantakasvustoa.

LÄHTEET

- Ahtiainen, M. ja Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset purovesien laatuun ja kuormaun. Julkaisussa: Saukkonen, S. ja Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2: 33-50.
- Ahtiainen, M. and Huttunen, P. 1999: Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. Boreal environment research 4: 101-114.
- Antikainen, S., Joukola, M. ja Vuoristo, H. 2000. Veden laatu Suomessa 1990-luvun puolivälissä. Vesitalous 41, 2:47-53.
- Appelberg, M., Berquist, B.C. & Degerman, F. 2000: Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams – a preliminary approach. – Verh. Internat. Verein. Lim-nol. 27: 311-315.
- Curtis, P.J. and Schindler, D.W. 1997 Hydrologic control of dissolved organic matter in low-order Precambrian Shield lakes. Biogeochemistry, 36, 125-38.
- Ekholm, Matti (1993). Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja A ; 126 Helsinki - 166 s.
- Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa Ulvi, T. ja Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114, ympäristönsuojelu, s. 13-28. Julkaisu saatavissa sekä painettuna että sähköisessä muodossa. internetsivut 29.5.2007, www.ymparisto.fi > Palvelut ja tuotteet > Julkaisu > Ympäristöopaat > Ympäristöopas-sarja 2005 > YO114 Järvien kunnostus
- EU 2000. EU:n vesipuitedirektiivi 2000/60/EC, 22.12.2000. 72 s.
- Heinonen, P. 1980: Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publications of the Water Research Institute 37. Helsinki. 91 s.
- Holopainen, A.-L., Niinijö, R. ja Kukkonen, M. 2007. Kasviplankton ja vedenlaatu Pohjois-Karjalan metsäjärvisä. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hanke. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 6, 57 s. ISBN 978-952-11-2871-4, Internet-julkaisu.
- Hynynen, J., Aalto, A. ja Harju, T. 2007. Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hanke. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 7. 31 s.
- Hämäläinen H. ja Aroviita, J. 2003. Rantavyöhykkeen pohjaeläimistö. Teoksessa: Keto, A. ja Marttunen, M. (toim.). Vesipolitiikan puitedirektiivi rakennetuissa ja säännöstellyissä vesistöissä. Yhteenveto vuosien 2000-2002 tutkimuksista. – Suomen ympäristö 667: 56-64.
- Joensuu, S., Vuollekoski, M. ja Karosto, Kalle 2006. Kunnostusojitusten pitkäaikaisvaikutuksia. Kenttämies, K. ja Mattsson, T. (toim.): MESUVE -projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816: 83-90.
- Johnson, R.K. 1998. Spatiotemporal variability of temperate lake macroinvertebrate communities: detection of impact. – Ecol. Appl. 8: 61-70.
- Kekäläinen, J., Voutilainen, A., Huuskonen H. & Viljanen, M. 2007. Kalayhteisöt humusjärvien ekologisen tilan luokittelussa. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hanke. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 5. 46 s.
- Kenttämies, K. ja Saukkonen, S. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta 1995. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö, 2. 420 s.
- Kortelainen, P. and Saukkonen, S. 1998. Leaching of nutrients, organic carbon and iron from Finnish forestry land. Water, Air and Soil Pollution 105: 239-250.
- Kortelainen, P. 1993. Content of total organic carbon in Finnish lakes and its relationships to catchment characteristics. Can. J. Fish Aquat. Sci. 50, 1477-83.
- Kortelainen, P., Saukkonen, S. and Mattsson, T. 1997. Leaching of nitrogen from forested catchments in Finland. Global Biogeochemical cycles, 11, 627-638.
- Kortelainen, P., Saukkonen, S. and Mattsson, T. 1997. Leaching of nitrogen from forested catchments in Finland. Global Biogeochemical cycles, 11, 627-638.
- Kukkonen, M. ja Miettinen, J. 2007. Tummiin metsäjärvien vedenlaadun muutokset sedimentin pölvien ilmentämänä. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hanke. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 4.
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. ja Airaksinen, O. 2003. Vesimakrofyttien järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatuokinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi -projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. 96 s.
- Lepistö A. and Kenttämies K 1998. Towards the use of satellite-based forest change data in large-scale N leaching models – testing and modelling in a catchment scale. The Nordic Coordinating committee for Hydrology (KOHYNO), Helsinki. NHP Report 44:210-224.
- Lepistö, A., Andersson, L., Arheimer, B. and Sundblad, K. 1995. Influence of catchment characteristics forestry activities and deposition on nitrogen export from small forested catchments. Water, air and soil pollution 84: 81-102.
- Lepistö, A., Granlund, K., Kortelainen, P. and Räske, A. 2006. Nitrogen in river basins: Sources, retention in the surface waters and peatlands, and fluxes to estuaries in Finland. Science of the Total Environment 365, 238-259.
- Leppä, M. 2007. Tummiin metsäjärvien ekologisen tilan arviointi pohjaeläimistön avulla. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hanke. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 9. 32 s.
- Markkanen, Sirkka-Liisa, Ahti Lepistö, Kaj Granberg, Markus Huttunen, Kaarle Kenttämies, Katri Rankinen ja Kimmo Virtanen (2001). Kainuun vesistöjen ravinnekuormitus. Suomen ympäristö no. 509.
- Mattsson, T., Kortelainen, P. and Räske, A. 2005. Export of DOM from boreal catchments. impacts of land use cover and climate. Biogeochemistry 76: 373-394.
- Mitikka, S. and Ekholm, P. 2003. Lakes in the Finnish Eurowaternet: status and trends. Science of the Total Environment 310, 37-45.
- Niemi, J., Heinonen, P., Mitikka, S., Vuoristo, H., Pietiläinen, O.-P., Puupponen, M., and Rönkä, E. (eds) 2001. The Finnish Eurowaternet with information about Finnish water resources and monitoring strategies. Finnish environment 445. 62 p.
- Nieminen, M. and Jarva, M. 1996. Phosphorus adsorption by peat from drained mires in Southern Finland. Scandinavian Journal of Forest Research. 11, 321-326.

- Niinioja, R, Sandman, O. Turkia, J. Huttunen, P. ja Tossavainen, T. 2001. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutukset Kajaanijärvessä ja Kuohattijärvessä - Joensuu : Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2001. Alueelliset ympäristöjulkaisut 246. 50 s. taul.
- Niinioja, R. 2001. Kajaanijärven valuma-alueen järvet. Metsätaloustoimenpiteet ja kuormitus sekä veden laatu 1970-luvulta vuoteen 2000. Joensuu, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen monisteita 27. 48 s.
- Niinioja, R., Mononen, P. ja Rämö A. 1996. Pohjois-Karjalan vesistöjen tila 1990-luvun alussa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 17. 56 s.
- Niinioja, R., Mononen, P. ja Rämö, A. 1999. Vesistöt Pohjois-Karjalassa 1990-luvun lopulla. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Joensuu. Esite 4 s.
- Niinioja, R., Mononen, P. ja Rämö, A. 2005a. Pohjois-Karjalan vesistöjen veden laatu 2000-luvun alussa. Esite 4 s.
- Niinioja, R., Mononen, P. ja Rämö, A. 2005b. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokitus vuonna 2004 Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalan luonto 21: 4–6.
- Pajunen, H 2004: Järvisedimentit kuiva-aineen ja hiilen varastona. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti, 160. 308 p.
- Palomäki, R. 1994. Response by macrozoobenthos biomass to water level regulation in some Finnish lake littoral zones. – *Hydrobiologia* 286: 17–26.
- Partanen T., Tervonen A., Timonen K., Kainulainen K., Hupli H. ja Kammonen A. 2000. Ilomantsin alue-ekologinen suunnitelma. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja. 61+3 karttaa
- Pietiläinen, O.-P. and Rekolainen, S. 1991: Dissolved reactive and total phosphorus load from agricultural and forested basins to surface waters in Finland. *Aqua Fennica*, no. 2, 127–136.
- Pilke, A., Heinonen, P., Karttunen, K., Koskenniemi, E., Lepistö, L., Pietiläinen, O.-P., Rissanen, J. and Vuoristo, H. 2002. Finnish draft for typology of lakes and rivers. In: Ruoppa, M. & Karttunen, K. (eds.) Typology and ecological classification of lakes and rivers. *TemaNord* 2002: 566, 42–43.
- Pitkänen H. 1986. Discharges of Nutrients and Organic Matter to the Gulf of Bothnia by Finnish Rivers in 1968–1983. Publications of the Water Research Institute 68 National Board of Waters, Helsinki, Finland, pp. 72–83.
- Pitkänen, E., Eisto, K., Toivanen, A., Kammonen, A. ja Mustonen S. 1998. Valtimon alue-ekologinen suunnitelma. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 18. 66 s.
- Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993. Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A 152. Liite 1. 86 s.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2005. Ajankohtainen vesitilanne. www.ymparisto.fi > Pohjois-Karjala > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2005. 7.3.2007.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2006a. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Tiedotteet 2006. www.ymparisto.fi > Pohjois-Karjala > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2006.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2006b. Ajankohtainen vesitilanne. www.ymparisto.fi > Pohjois-Karjala > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2006. 7.3.2007.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2007. Ajankohtainen vesitilanne. www.ymparisto.fi > Pohjois-Karjala > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2007. 15.1.2007.
- Raatikainen, M. ja Kuusisto, E. 1988. Suomen järvien lukumäärä ja pinta-ala. *Terra* 102, 2: 97–110. Ref. Niemi ym. 2001.
- Rantakari M., Kortelainen P., Vuorenmaa J., Mannio J. and Forsius M. 2004. Finnish lake survey: the role of catchment attributes in determining nitrogen, phosphorus, and organic carbon concentrations. *Water Air Soil Pollut.: Focus* 4: 683–699.
- Rekolainen, Seppo 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. *Aqua Fennica* 2, 95–107.
- Rontu, M. ja Santala, E. 1995. Haja-asutuksen jätevesien käsittely. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 584. 94 pp. Waste water treatment in sparsely populated areas, in Finnish.
- Saukkonen, S. ja Kortelainen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutus ravinteiden ja orgaanisen aineksen huuhtoutumiseen. Teoksessa: Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta : METVE-projektin loppuraportti. Saukkonen S. ja Kenttämies K. (toim.). Suomen ympäristö 2: 15–32.
- Schindler, D.W, Bayley, S.E., Curtis, P.J., Parker, B.R. Stainton, M.P. and Kelly, C.A. 1992. Natural and man-caused factors affecting the abundance and cycling of dissolved organic substances in Precambrian shield lakes. *Hydrobiologia*, 229, 1–21.
- Strahler, Arthur N. (1969). *Physical geography*. Wiley, New York.
- Suomen ympäristökeskus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2007. Ohje pintavesien ekologisen luokittelun toteuttamiseksi.
- Suomen ympäristökeskus 2002. Tyypittelyohje 10.4.2002.
- Suomen ympäristökeskus 2007. Tyypittelyohje 15.1.2007, pohjautuen ympäristöministeriön kirjeeseen 17.2.2006.
- Suomen ympäristökeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2007. Ohje pintavesien ekologisen luokittelun toteuttamiseksi. Annettu 4.10.2007.
- Tammi, J, Rask, M. ja Olin, M. 2006: Kalayhteisöt järvien ekologisen arvioinnissa ja seurannassa. – Alustavan luokittelujärjestelmän perusteet. – Kala- ja riistaraportteja 383. 51 s. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki.
- Taskinen, J. 2007. Epidermaalisen papillomatoosin esiintyminen neljässä pienessä, runsashumuksisessa pohjoiskarjalaisessa metsäjärvessä. Liite teoksessa Kalayhteisöt humusjärvien ekologisen tilan luokittelussa, Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 5.
- Toivanen, A., Eisto, K., Ikonen, M., Kammonen, A., Kanula, V., Kokkonen, A., Repola, E., Sapattinen, A. ja Tuhkalainen, K. 2001. Nurmeksien alue-ekologinen suunnitelma. Metsähallituksen raportti. 77s+2 karttaa.
- Tolonen, K.T., Hämäläinen, H. ja Vuoristo, H. 2005. Syvänteiden pohjaeläimet järvien ekologisen tilan luokittelussa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 395. Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskukset. 40 s.
- Tolonen, K.T., Hämäläinen, H., Luotonen, H. ja Kotanen, J. 2003. Rantavyöhykkeen pohjaeläimet järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 328. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 60s.
- Ulvi, T. ja Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114, ympäristönsuojelu, 336 s. Julkaisu saatavissa sekä painettuna että sähköisessä muodossa. [internetsivut 29.5.2007](http://internetsivut.29.5.2007), www.ymparisto.fi > Palvelut ja tuotteet > Julkaisu > Ympäristöopaat > Ympäristöopas-sarja 2005 > YO114 Järvien kunnostus
- Vallinkoski, V.-M., Kanninen, A. Leka, J. ja Ilvonen, R. 2004. Vesikasvillisuus pienten järvien tilan ilmentäjänä. Ilmakuvatulkintaan ja maastoseurantoihin perustuvat ekologisen tilan mittarit. Suomen ympäristö 725. 90 s.

- Wartiovaara J. 1978. Phosphorus and Organic Matter Discharged by Finnish Rivers to the Baltic Sea. Publications of the Water Research Institute 29. National Board of Waters, Helsinki, Finland.
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20. 48 s.
- Vesihallitus 1976. Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta. Vesihallituksen julkaisu 16. Helsinki.
- Vesistöjen kunnostus ja hoito-internetsivut, 29.5.2007. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus ja hoito.
- Wiederholm, T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. –J. Water Pollution Control Fed. 52: 537-547.
- Vuorenmaa J., Juntto, S. ja Leinonen, L.O. 2001. Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998. Suomen ympäristö 468. 115 s.
- Vuorenmaa, J., Forsius, M. and Mannio, J. 2006. Increasing trends of total organic carbon concentrations in small forest lakes in Finland from 1987 to 2003. Science of the Total Environment 365: 47-65.
- Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. and Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. Environmental monitoring and assessment 76: 213-248.
- Suomen ympäristökeskus 2002. Pintavesien luontaisten tyyppien määrittely Suomessa. Moniste 10.4.2002. 14 s.
- Ympäristöministeriö 2006. Pintavesien tyypittely. Kirje alueellisille ympäristökeskuksille ja Suomen ympäristökeskukselle 17.2.2006, Dnro YM3/401/2006. 4 s.

LIITE I

KYSELY JÄRVEN MERKITYKSESTÄ, TILASTA JA KUNNOSTUSTARPEESTA PAIKALLISILLE ASUKKAILLE JA JÄRVIEN KÄYTTÄJILLE

Olkaa hyvä ja ympyröikää oikea vastausvaihtoehto kirjaimen kohdalta. Voitte ympyröidä useampia vaihtoehtoja, mikäli se on mielestänne välttämätöntä.

Taustakysymykset

Sukupuoli: Nainen Mies

Ikä: 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-

Koulutus: _____

Ammatti: _____

Järvi: _____

1a. Liikutteko säännöllisesti järvellä tai sen ympäristössä?

- a) säännöllisesti
- b) satunnaisesti
- c) harvoin
- d) en ollenkaan

1b. Mitä käyttöä Teillä on järvelle?

- a) vakituinen asuinpaikka
- b) vapaa-ajan asunto rannalla, kuinka paljon vuodessa vietätte aikaa alueella? _____
- c) veden otto kasteluvedeksi
- d) veden otto saunavedeksi
- e) kalastus
- f) metsästys
- g) maisemalliset arvot
- h) uinti
- i) muu, mikä _____

2. Oletteko...

- a) vesialueen omistajana järven osakaskunnassa
- b) mukana paikallisessa asukasyhdistyksessä
- c) mukana paikallisessa vesiensuojeluyhdistyksessä
- d) mukana paikallisessa talkooryhmässä
- e) halukas osallistumaan yhdistystoimintaan järven hyväksi, jos sellainen olisi
- f) en ole halukas osallistumaan järjestäytyneeseen toimintaan järven hyväksi

3. Onko mielestänne järvestä hyötyä virkistyksen kannalta

- a) lähinnä yksittäisille asukkaille
- b) laajemmin alueen asukkaille
- c) laajemmin, esim. matkailulle
- d) ei kenellekään

4. Mitkä ovat mielestänne järven kaksi tärkeintä ominaisuutta virkistyskäytön kannalta? (merkitkää kirjainvaihtoehdon viereen numeroin, 1-6 tärkeysjärjestyksessä, 1 = tärkein)

- a) ___ veden laatu
- b) ___ kalasto
- c) ___ linnusto
- d) ___ maisema
- e) ___ rantakasvillisuus
- f) ___ muu, mikä? _____
- g) ei henkilökohtaista merkitystä

5. Koetteko järven kunnolla olevan Teille taloudellista merkitystä (esim. alueen yleisen viihtyvyyden tai kiinteistön arvon kannalta)?

- a) kyllä
- b) ei
- c) en osaa sanoa

6. Onko järvellä ja sen tilalla Teille merkitystä?

- a) paljon
- b) kohtalaisesti
- c) ei erityisesti

7. Onko järven tila mielestänne?

- a) hyvä
- b) välttävä
- c) huono
- d) en osaa sanoa

8a. Mihin suuntaan arvioitte tilan muuttuneen?

- a) parantunut
- b) pysynyt ennallaan
- c) huonontunut
- d) en osaa sanoa

8b. Milloin olette huomanneet järven kunnossa muutoksia?

- a) viimeisen 5-vuoden aikana
- b) viimeisen 5-10 vuoden aikana
- c) viimeisen 10-20 vuoden aikana
- d) yli 20 vuotta sitten
- e) en osaa sanoa

8c. Mikäli järven kunto on huonontunut, niin minkä arvelette vaikuttaneen järven tämänhetkiseen kuntoon?

- a) ilmalaskeuma
- b) maatalous
- c) metsätalous
- d) kalanviljely
- e) ranta-asutus
- f) vapaa-ajanasutus
- g) muu, mikä? _____

9. Mitkä ovat mielestänne kaksi pahinta ongelmaa järvessä tällä hetkellä?

(merkitkää kirjainvaihtoehdon viereen numeroin: 1, 2 ja 3, kolme tärkeintä tekijää)

- a)___rantojen umpeenkasvu
- b)___vesikasvit
- c)___leväkukinnat
- d)___liettyminen (mataloituminen)
- e)___kalaston rakenne
- f) ___verkkojen limoittuminen
- g)___maalta tulevan aineen lisääntyminen rannoilla
- h)___muutos vedenkorkeudessa/vedenpinnan lasku
- i)___hajuhaitat
- j)___muu, mikä? _____
- k) ei ongelmia

10. Tarvitseeko järvi kunnostustoimenpiteitä?

- a) ehdottomasti
- b) luultavasti
- c) ei tarvitse
- d) en osaa sanoa

11. Mitä toimenpiteitä katsotte tarvittavan järven tilan kohentamiseksi?

- a) rantojen ruoppaaminen
 - b) vesikasvien poisto
 - c) ulkoisen kuormituksen vähentäminen
 - d) hoitokalastus
 - e) kalojen istutus
 - f) ilmastus/hapetus
 - g) muita keinoja, mitä? _____
-

12. Kenellä mielestänne on ensisijaisesti vastuu järven käytännön kunnostamisesta?

- a) valtiolla
 - b) kaupungilla/kunnalla
 - c) ranta- ja vesialueen omistajilla
 - d) paikallisella yhdistyksellä
 - e) luonto hoitaa itse itsensä
 - f) jollain muulla taholla, millä? _____
-

13. Minkä tahon pitäisi pääasiassa vastata/osallistua kunnostus- tai ylläpitokustannuksista?

- a) valtion
- b) kunnan/kaupungin
- c) maa- ja vesialueiden omistajien
- d) paikallisen yhdistyksen
- e) muun tahon, minkä _____

14. Oletteko itse valmis osallistumaan järven kunnostuskustannuksiin?

- a) kyllä
- b) mahdollisesti
- c) en missään tapauksessa

15. Mikä on mielestänne suurin este järven tilan kohentamisen kannalta?

- a) järven huonotila
- b) ongelmista ei ole yksimielisyyttä
- c) tavoitteista ei olla samaa mieltä
- d) viranomaiset eivät ole puuttuneet asiaan
- e) varojen puute
- f) järveä ei tarvitse hoitaa
- g) alueen asukkailla ei ole tietoa vaikutusmahdollisuuksista eikä osallistumiskanavaa
- h) jokin muu este, mikä? _____

16. Mistä lähteistä olette saaneet tietoa järveä koskevista asioista?

- a) sanomalehdistä
- b) viranomaisilta
- c) tutkimusten ja selvitysten tekijöiltä
- d) tuttavilta
- e) jostakin muualta, mistä? _____
- f) en mistään

17. Oletteko itse ottaneet yhteyttä johonkin tahoon saadaksenne tietoa järvestä?

- a) kyllä, mikä taho? _____
- b) en

18. Mistä kunnostuksista koskevista asioista haluaisitte saada tietoa?

- a) järven toiminta
- b) vesistöjen ongelmien aiheuttajat
- c) ongelmien seuraukset
- d) hankkeiden käynnistämisen ja läpiviennin menettelytavat
- e) kunnostusmenetelmät
- f) lainsäädäntö ja lupamenettely
- g) rahoituslähteet
- h) onnistuneet kunnostukset
- i) epäonnistuneet kunnostukset
- j) tulevaisuudessa kunnostusta tarvitsevat vesistöt
- k) muu, mikä? _____

19. Millä keinoin haluaisitte saada lisää tietoa?

- a) televisio/radio
- b) sanomalehdet
- c) aikakauslehdet
- d) Internet
- e) sähköposti (esim. sähköpostilistat)
- f) henkilökohtainen yhteydenpito
- g) pienryhmätilaisuudet
- h) suuret tilaisuudet ja tapahtumat
- i) tiedotteet ja kirjeet
- j) muu, mikä?

20. Mikä osapuoli on mielestänne luotettavin tiedon lähde?

- a) toimittajat
- b) viranomaiset
- c) tutkijat
- d) paikalliset asukkaat
- e) tuttavat
- f) muu, mikä? _____

21. Haluatteko, että teihin otetaan yhteyttä järveä koskevissa kysymyksissä Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta?

- a) kyllä
- b) en

Mikäli vastasitte kyllä ilmoittakaa alla oleville riveille yhteystietonne:

Päivämäärä: _____

Muuta asiaan liittyvää: _____

Kiitos vastauksestanne!

KUVAILULEHTI

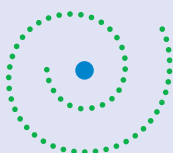
<i>Julkaisija</i>	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			<i>Julkaisu-aika</i> Joulukuu 2007
<i>Tekijä(t)</i>	Minna Kukkonen, Aki Hassinen, Anna-Liisa Holopainen, Juhani Hynynen, Jukka Kekäläinen, Markus Leppä, Riitta Niinioja, Jukka Nykänen, Markku Viljanen ja Hannu Luotonen			
<i>Julkaisun nimi</i>	Metsäjärvien tila ja tulevaisuus			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 8 / 2007			
<i>Julkaisun teema</i>				
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksessa vuonna 2004 käynnistetyt ”Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen” – hankkeen tavoitteena oli selvittää 16 pohjoiskarjalaisen, hajakuormituksen rasittaman metsäjärven ekologian tilaa, siihen vaikuttavia tekijöitä sekä arvioida järvien kunnostustarvetta. Ekologian tilan arvio tehtiin kasviplanktonin, pohjaeläinten, vesikasvien ja/tai kalaston perusteella. Veden laadun kehitystä selvitettiin pohja-sedimentin piilevien avulla. Vedenlaatuun vaikuttavina tekijöinä määritettiin valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus sekä järven ominaispiirteet.</p> <p>Tulosten mukaan hankejärvistä suurin osa oli erinomaisessa tai vähintään hyvässä kunnossa, joskin järvien ekologian tilan arvio saattoi eri biologisten luokittelutekijöiden välillä vaihdella huomattavastikin.</p> <p>Vuonna 2000 hyväksytty Euroopan unionin vesipuitedirektiivi (EU 2000) velvoittaa vesien hyvää tilaa vuoteen 2015 mennessä. Pohjoisen havumetsävyöhykkeen biologisesti ainutlaatuisen ja monimuotoisen vesiluonnon säilymisen edellytyksenä on vesiensuojelun huomioiminen valuma-alueella suunniteltaessa ja toteutettaessa maankäyttöön liittyviä toimenpiteitä. Oirehtivilla metsäjärvillä ja niiden valuma-alueilla tulisi myös kunnostustoimenpiteet aloittaa heti.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Humusjärvet, Pohjois-Karjala, rehevöityminen, metsätalous, hajakuormitus, ekologinen tila-arvio			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	EAKR, Ympäristöministeriö, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-2875-2 (nid.)	ISBN 978-952-11-2876-9 (PDF)	ISSN 1796-1874 (pain.)	ISSN 1796-1882 (verkkok.)
	<i>Sivuja</i> 113	<i>Kieli</i> Suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> Julkinen	<i>Hinta (sis.alv 8 %)</i> 10 €
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, PL 69, 80101 Joensuu			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2007			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Norra Karelens miljöcentral			Datum December 2007
Författare	Minna Kukkonen, Aki Hassinen, Anna-Liisa Holopainen, Juhani Hynynen, Jukka Kekäläinen, Markus Leppä, Riitta Niinioja, Jukka Nykänen, Markku Viljanen ja Hannu Luotonen			
Publikationens titel	Metsäjärvien tila ja tulevaisuus (Skogssjöarnas tillstånd och framtid)			
Publikationsserie och nummer	Norra Karelens miljöcentrals rapporter 8 / 2007			
Publikationens tema				
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publicationen finns tillgänglig också på internet www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Målsättningen för det vid Norra Karelens miljöcentral år 2004 påbörjade projektet "Förbättrande av tillståndet för vattendragen i Norra Karelen" var att klargöra det ekologiska tillståndet för 16 för spridd belastning utsatta skogssjöar i Norra Karelen, vilka faktorer som har inverkat på tillståndet samt att bedöma behovet av att iståndsätta sjöarna. Utvärderingen av det ekologiska tillståndet gjordes på basis av växtplankton, bottenfauna, vattenväxter och/eller fiskbestånd. Hur vattenkvaliteten utvecklats klargjordes med hjälp av kiselalger i bottensedimentet. Som på vattenkvaliteten inverkan faktorer definierades markanvändningen på och belastningen från avrinningsområdet samt sjöns särdrag.</p> <p>Enligt resultaten befann sig största delen av de undersökta sjöarna i utmärkt eller åtminstone gott tillstånd, låt vara att bedömningen av sjöarnas ekologiska tillstånd kunde variera avsevärt mellan olika biologiska klassificeringsfaktorer.</p> <p>Europeiska unionens vattenramdirektiv (EU 2000) som har godkänts år 2000 förpliktar till att tillse att vattnen befinner sig i gott tillstånd senast år 2015. En förutsättning för att den nordliga barrskogsregionens biologiskt unika och diversifierade vattennatur bevaras är att vattenskyddet beaktas på avrinningsområdet när man planerar och verkställer åtgärder med anknytning till markanvändningen. Skogssjöar som uppvisar symptom och deras avrinningsområden borde ävenså omedelbart bli föremål för iståndsättningsåtgärder.</p>			
Nyckelord	Humus, sjöar, Norra Karelen, eutrofiering, skogsbruk, diffus belastning, ekologiska tillståndet			
Finansiär/uppdragsgivare	ERUF, Miljöministeriet, Norra Karelens miljöcentral			
	ISBN 978-952-11-2875-2 (hft.)	ISBN 978-952-11-2876-9 (PDF)	ISSN 1796-1874 (print)	ISSN 1796-1882 (online)
	Sidantal 113	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 10 €
Beställningar/distribution	Norra Karelens miljöcentral			
Förläggare	Norra Karelens miljöcentral, PB 69, 80101 Joensuu, Finland			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Oy, Helsingfors 2007			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	North Karelia Regional Environment Centre			<i>Date</i> December 2007
<i>Author(s)</i>	Minna Kukkonen, Aki Hassinen, Anna-Liisa Holopainen, Juhani Hynynen, Jukka Kekäläinen, Markus Leppä, Riitta Niinioja, Jukka Nykänen, Markku Viljanen ja Hannu Luotonen			
<i>Title of publication</i>	Metsäjärvien tila ja tulevaisuus (The Status and Future of Forest Lakes)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of the North Karelia Regional Environment Centre 8 / 2007			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>				
<i>Abstract</i>	<p>The project <i>Improving the Status of North Karelian Lakes</i>, begun in 2004 by the North Karelia Regional Environmental Centre, aims at studying the ecological status and its contributing factors of 16 North Karelian forest lakes suffering from diffuse pollution, and at assessing the need for remediation. The ecological status was assessed with the help of phytoplankton, zoobenthos, aquatic vegetation and/or fish communities. The development trends of water quality were studied with diatoms in the bottom sediment. Factors having an impact on water quality include land use and load in the catchment area and the lake's particular characteristics.</p> <p>According to the results, the majority of project lakes had high or at least good ecological status, although the assessment of ecological status according to the different biological classification methods showed considerable variation.</p> <p>The EU Water Framework Directive (EU 2000), adopted in 2000, prescribes good status of waters by 2015. The conservation of the biologically unique and diverse aquatic natural environments in the boreal forest belt requires taking water conservation into account when planning and implementing land use activities in the catchment areas. In addition, deteriorated forest lakes and their catchment areas should immediately receive remedial action.</p>			
<i>Keywords</i>	Humus, lakes, North Karelia, eutrophication, forestry, diffuse loading, ecological status			
<i>Financier/ commissioner</i>	ERDF, The Finnish Ministry of Environment, North Karelia Regional Environmental Centre			
	ISBN 978-952-11-2875-2 (pbk.)	ISBN 978-952-11-2876-9 (PDF)	ISSN 1796-1874 (print)	ISSN 1796-1882 (online)
	No. of pages 113	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) 10 €
<i>For sale at/ distributor</i>	North Karelia Regional Environment Centre			
<i>Financier of publication</i>	North Karelia Regional Environment Centre, P.O.Box 69, FIN-80101 Joensuu, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2007			



POHJOIS-KARJALAN
YMPÄRISTÖKESKUS

ISBN 978-952-11-2875-2 (nid.)

ISBN 978-952-11-2876-9 (PDF)

ISSN 1796-1874 (pain.)

ISSN 1796-1882 (verkkoj.)